

UNIVERSITÉ DE PARIS V

FACULTÉ DE MÉDECINE NECKER-ENFANTS MALADES

Année 1971

THÈSE

N^o

POUR LE

129

DOCTORAT EN MÉDECINE

(Diplôme d'état)

PAR

Bernard PETIT

NE LE 4 AVRIL 1941 A PARIS

PRÉSENTÉE ET SOUTENUE PUBLIQUEMENT LE

ECHOENCEPHALOGRAPHIE DU TROISIÈME

VENTRICULE CÉRÉBRAL DILATÉ

COMPARAISON AVEC LES RÉSULTATS FOURNIS PAR LES EXAMENS

NEURORADIOLOGIQUES

Président : Monsieur SCHERRER, Professeur

UNIVERSITÉ DE PARIS V
FACULTÉ DE MÉDECINE NÉCKER-ENFANTS MALADES

Année 1971

THÈSE

Nº

POUR LE

DOCTORAT EN MÉDECINE
(Diplôme d'état)

PAR

Bernard PETIT

NE LE 4 AVRIL 1941 A PARIS

PRÉSENTÉE ET SOUTENUE PUBLIQUEMENT LE
ECHOENCEPHALOGRAPHIE DU TROISIEME

VENTRICULE CEREBRAL DILATE

COMPARAISON AVEC LES RESULTATS FOURNIS PAR LES EXAMENS

NEURORADIOLOGIQUES

Président: Monsieur SCHERRER, Professeur



Je dédie cette thèse, :

A mon père et à ma mère.

A Monsieur le Professeur SCHERRER qui a su m'intéresser à la neurophysiologie .

A Monsieur le Professeur OLIVIER qui n'a aidé à réaliser cette thèse.

A Monsieur le Professeur PERTUISET qui m'a autorisé à consulter les dossiers des archives de son service.

A Mademoiselle le Docteur STRAUSS qui m'a donné les éléments échoencéphalographiques indispensables pour effectuer ce travail .

A Mademoiselle LONGAYGUES, la surveillante du Service , Madame le Docteur HAZEMANN, Madame le Docteur LANDAU qui m'ont reçu avec amitié dans le Laboratoire d'E.E.G. et d'Echoencéphalographie de la Pitié.

A Mademoiselle MATHURIN qui par son habilité à examiner les malades, et sa patience, a facilité ce travail .

A deux de mes anciens Professeurs Monsieur HAGUENAUER et Monsieur PEYET, qui m'ont stimulé au cours de mes études secondaires.

A ma soeur , à mes frères.

A AXELLE

et à tous mes Amis.

INTRODUCTION

INTRODUCTION

=====

L'exploration des structures médianes du cerveau par les ultrasons est pratiquée dans le domaine médical depuis une dizaine d'années. Cette méthode, dite échoencéphalographie, utilise le principe élémentaire de la reflexion des ultrasons sur la surface de séparation de deux milieux. Une même sonde émet un faisceau ultrasonore, par brèves impulsions, et reçoit pendant la période silencieuse la partie réfléchie qui est transformée en différence de potentiel et visualisée par une déflexion sur l'écran d'un oscilloscope cathodique. Cet examen présente de nombreux avantages il est simple ; non traumatisant ; parfaitement indolore ; ses résultats sont rapides et il nécessite un appareillage peu encombrant.

La technique d'obtention de l'écho des structures médianes cérébrales, tel le troisième ventricule, est actuellement bien codifiée et permet de préciser leur position par rapport au plan médian théorique du cerveau. Ainsi en neurologie l'échoencéphalographie de la ligne médiane permet souvent de déterminer l'hémisphère cérébral où se situe une lésion lorsque les signes cliniques ne sont pas formels. En traumatologie crânienne le chirurgien et le radiologue se réfèrent à cet examen pour choisir le côté où se fera l'artériographie carotidienne voir l'intervention. En outre il peut servir à suivre l'évolution d'une lésion soit en cours d'un traitement médical soit après une intervention chirurgicale.

L'intérêt d'un tel examen incite à exploiter ses possibilités. Puisque pour l'étude de la ligne médiane il faut obtenir un "complexe médian " constitué par deux déflexions, provenant chacune d'une paroi latérale droite et gauche du troisième ventricule, pour affirmer que l'on visualise bien cette structure, il est dès lors possible d'apprécier la largeur de cette cavité.

Au Laboratoire d'Exploration Fonctionnelle du Système Nerveux de la Pitié l'échoencéphalographie se pratique depuis deux ans en essayant d'obtenir la distance maximale qui sépare les échos du complexe médian. Et il a été observé chez les malades atteints de dilatation des cavités cérébrales (hydrocéphalie, atrophie, blocage du liquide céphalo-rachidien par une tumeur de la fosse postérieure) un aspect inhabituel du complexe médian et un éloignement des déflexions qui le composent.

Devant ces résultats qualitatifs il nous a paru intéressant d'étudier l'échographie du troisième ventricule dilaté en s'aidant des examens neuroradiologiques qui visualisent cette cavité (encéphalographie gazeuse et plus accessoirement ventriculographie et lipiodol intraventriculaire).

Notre travail comporte donc deux étapes :

1°- Morphologie de l'échogramme du troisième ventricule dilaté étudié par comparaison avec les résultats fournis par les examens neuroradiologiques.

2°- Etablissement pour chaque malade du rapport :

mesure de la largeur du 3ème ventricule à l'aide des clichés radiologiques
mesure de la distance supposée correspondre à la largeur du 3ème ventricule
sur le tracé échographique.
et comparaison statistique des rapports entre eux.

P R E M I E R E P A R T I E

[illegible]

HISTORIQUE DES ULTRASONS

C'est au cours de la guerre de 1914-1918 que furent faites les premières tentatives d'utilisation des ultrasons . Mais antérieurement de nombreux physiciens ont recherché le moyen de produire des sons de fréquences élevées afin d'étudier leur absorption par l'air . Galton en 1883 fut le premier à émettre des ultrasons à l'aide d'un sifflet à air comprimé . IL obtient ainsi des sons de 25000 cycles par seconde. Mais durant une vingtaine d'années les différentes techniques réalisées pour produire des ultrasons se soldèrent par des échecs.

En 1915 l'ingénieur russe CHILOWSKY suggéra d'utiliser un appareil capable de transformer en oscillations élastiques les oscillations électriques produites par les courants alternatifs dans les postes de T.S.F. Mais les diverses réalisations utilisant des récepteurs téléphoniques et des condensateurs chantants s'avérèrent peu efficaces. C'est alors que Pierre LANGEVIN donna la solution du problème en travaillant sur le phénomène de la piézo-électricité découvert en 1880 par Pierre et Jacques CURIE. En effet ces deux frères avaient démontré qu'une pression exercée sur une lame de quartz convenablement taillée fait apparaître des charges positives sur une de leur face et négatives sur l'autre . Et en 1881 le physicien français LIPPMANN observa le phénomène inverse : une lame de quartz soumise à champs électrique par l'intermédiaire de deux armatures métalliques se contracte ou se dilate suivant le sens du champs. Ainsi LANGEVIN réunissant l'effet piézo-électrique et les découvertes sur la production des courants alternatifs, réalisa le premier émetteur

d'ultrasons à quartz. Il put donc étudier les ultrasons de fréquences élevées et mettre au point un sondeur efficace des fonds marins.

Mais la puissance des ultrasons émis par une simple lame de quartz est très faible et il faut appliquer sur ses faces une tension de 130 000 volts avec une fréquence de 40 000c/sec. pour obtenir une puissance de $1/3$ de Watt par cm^2 . Par suite les physiciens se sont aperçus qu'une lame de quartz possède une fréquence propre selon son épaisseur et qu'en l'excitant à cette fréquence elle entre en résonnance et ainsi la puissance obtenue est beaucoup plus élevée. Dans l'exemple précédent en choisissant convenablement l'épaisseur du cristal (6,25 cm) 25 000 volts suffisent pour fournir $1/3$ de Watt par cm^2 .

La difficulté de tailler et de se procurer des lames de quartz très épaisses pour obtenir des ultrasons de puissance élevée souleva à nouveau le problème de l'émetteur. LANGEVIN eut alors l'idée d'associer une armature d'acier (métal dans lequel la vitesse du son est la même que dans le quartz) sur chaque face d'une lame de quartz et il remarqua que l'ensemble vibrerait d'un seul bloc. C'est donc l'ensemble du triplet ainsi réalisé qui devient efficace.

Le diamètre du cristal restait trop faible pour que le faisceau d'ultrason puisse être correctement dirigé. Pour une fréquence de 40 000 c/s le diamètre du triplet doit avoir 26 cm ; un tel quartz ne se trouve pas dans la nature. Ce problème a été résolu en assemblant entre les deux armatures d'acier un grand nombre de petites lames de quartz les unes à côtés des autres et taillées de façon à avoir toutes la même épaisseur et l'axe électrique dans le même sens. Dès lors il a été possible de construire des émetteurs puissants de faisceaux d'ultrasons dirigés.

Actuellement pour l'émission et la reception des ultrasons on utilise également la propriété de certains titanates alcalino-terreux (titanate de baryum, titanate zirconate de plomb et le métaniobiate de plomb). Des céramiques fabriquées avec ces sels sont portées à température élevées puis soumises à un puissant champ électromagnétique ce qui leur laisse une polarité permanente. Elles présentent l'avantage d'avoir une faible impédance acoustique, un coefficient piézo-électrique 300 fois supérieur à celui du quartz et par moulage une forme quelconque . La sonde émettrice-réceptrice d'un échoencéphalographe est construite avec du titanate de baryum.

HISTORIQUE de L'UTILISATION des ULTRASONS
-:-:-:-:-
en MEDECINE
-:-:-:-:-

SOKOLOFF utilisa en 1935 les propriétés des ultrasons pour déceler d'éventuels défauts à l'intérieur des pièces métalliques. Il plaça sur une face de la pièce à étudier une sonde émettrice de rayons ultrasonores. Ceux-ci, se propageant facilement et en ligne droite à l'intérieur du métal, sont reçus par une sonde réceptrice placée symétriquement sur l'autre face de la pièce. Si le métal renferme une bulle d'air, une fissure ou une crevasse le faisceau d'ultrasons ne traversera pas cette poche de gaz et ne sera donc décelé par la sonde réceptrice.

DUSSIK en 1942 puis DENIER en 1946, s'inspirant de cette technique, appliquèrent pour la première fois les ultrasons dans le domaine médical. ILS essayèrent de visualiser les structures internes du cerveau et en particulier les ventricules cérébraux. DUSSIK appela cette méthode d'exploration, l'hyperphonographie. BALLANTINE, HEUTER et LUGWIG perfectionnèrent cet examen qui prit alors le nom de ventriculographie ultrasonique. Ces auteurs pensaient que les images étaient obtenues grâce à la différence d'absorption des ultrasons par le liquide céphalorachidien et par le tissu cérébral. Plus tard en 1952 GUTTNER, FIEDLER et PATZOL ont démontré que par cette technique de transmission directe l'atténuation du faisceau ultrasonore ne résultait pas de cette différence d'absorption mais

était due à l'épaisseur du crâne lui-même . En effet GUTTNER appliqua la méthode de DUSSIK sur un crâne vide immergé dans l'eau et les résultats étaient identiques à ceux qu'obtenaient DUSSIK sur la tête de ces malades. Dès lors ces recherches expérimentales furent abandonnées.

Parallèlement à ces études J.J. WILD en 1950 utilise les ultrasons pour détecter à l'intérieur d'un même organe les tissus de densité différente. Il parvient à des résultats satisfaisants grâce à la technique d'émission périodique : chaque impulsion durait $0,5 \mu s$ et émettait des ultrasons à la fréquence de 15 Mc/seconde . Entre ces séquences, la même sonde recevait l'écho qui était visualisé sur l'écran d'un oscilloscope. Il décela ainsi la présence de tissus cancéreux à l'intérieur d'un estomac. En 1951 WILD, FRENCH et NEAD manifestèrent leur intention de se servir de cette méthode pour déceler les tumeurs intracrâniennes . Ils firent donc ces recherches soit au cours d'intervention chirurgicale soit sur le cadavre après avoir retiré la boîte crânienne, car la puissance des ultrasons émis par un simple cristal de quartz est insuffisante pour franchir la barrière osseuse. Mais ces études restaient encore dans le domaine de l'expérimentation car la haute absorption acoustique de l'os, la forme sphérique du cerveau , la complexité de ses structures, interdisaient l'utilisation pratique de ses techniques. Et ainsi l'U.S. ATOMIC ENERGY COMMISSION conclua que c'était une " sottise " de vouloir détecter une tumeur cérébrale à l'aide des ultrasons.

Mais la même année LEKSELL, dans une publication intitulée "Echo-encéphalography ", démontre la possibilité de recevoir à travers un crâne intact plusieurs échos provenant des structures cérébrales et en particulier celles qui sont situées sur le plan médian. En outre il remar-

que que si un des deux hémisphères cérébraux contient un processus expansif ces échos médians sont déplacés vers le côté sain.

Son succès était dû : à un appareillage plus moderne et à une fréquence d'utilisation peu élevée de 1 Mc/seconde ; à la faible épaisseur de l'os de ses jeunes malades (16 mois à 6 ans) ; ainsi qu'à la paraffine, très bonne conductrice des ultrasons, qu'il appliquait sur le crâne afin que la sonde s'adapte parfaitement au forme de l'os. A l'aide de sa technique il obtient de très bon résultats dans la détermination du côté des hématomas extra et sous duraux chez de jeunes traumatisés.

Bientôt l'amélioration de l'appareillage a permis d'émettre des ultrasons capables de traverser les os du crâne d'un adulte. Et GORDON en 1959 précisa la technique d'obtention de l'écho médian en plaçant la sonde sur la région temporale et en essayant de recevoir les deux échos qu'il supposait provenir des parois droite et gauche du troisième ventricule.

LITHANDER en 1961 démontre l'origine de l'écho médian en s'aidant d'une série d'expériences. Pour diminuer l'absorption de l'énergie sonore par l'os afin de mieux analyser les images, il expérimenta sur des nourrissons. De plus la région temporale de ces jeunes sujets est plus étendue dans un plan vertical que celle de l'adulte ce qui permet une exploration échographique du plan médian sur une large surface. IL obtient ainsi plusieurs échos provenant de structures différentes, démontrant qu'une surface aussi petite que celle de l'épiphyse (hypothèse défendue par JEPSON) n'était pas la seule à être responsable de l'écho médian. Pour déterminer ces structures il expérimenta sur le cadavre en recherchant soit à travers l'os soit directement sur la mère un écho médian, puis il

fixa la sonde et enfonça une aiguille verticalement dans l'encéphale de façon à superposer l'écho de l'aiguille à cet écho médian. En déplaçant la sonde il repéra ainsi plusieurs échos . Enfin par dissection de la préparation il retrouva ses aiguilles qui lui permirent de localiser avec précision les surfaces sur lesquelles les ultrasons se sont réfléchis . IL prouva par cette méthode que les structures suivantes sont à l'origine de l'écho médian : faux du cerveau, septum pellucidum, troisième ventricule, glande pinéal, et aqueduc de Sylvius.

Par suite plusieurs auteurs développèrent la technique d'enregistrement et étudièrent les structures intracrâniennes normales ou pathologiques capables de provoquer un écho interprétable. Ce fut en Angleterre les travaux de JEFFERSON ; en Suède JEPPESON et LITHANDER ; en U.S.A. GROSSMAN ; en Hollande de VLIEGER ; et en FRANCE Mme HAZEMANN, Mme PLANIOL, Mr FISCHGOLD.

Durant ces dernières années l'échographie médicale fut adaptée à d'autres explorations notamment en obstétrique pour déceler les grossesses gemellaires ; en ophtalmologie pour visualiser un corps étranger et diagnostiquer un décollement de la rétine ; et en cardiologie pour étudier les mouvements des valves et détecter un épanchement péricardique.

De nombreux centres de neurologie et de neurochirurgie sont dotés d'un laboratoire d'échoencéphalographie mais c'est essentiellement en traumatologie crânienne par la facilité de son exécution et la rapidité de ses résultats qu'actuellement l'examen echoencéphalographique rend les plus grands services .

PRINCIPALES LOIS PHYSIQUES PERMETTANT
L'APPLICATION des ULTRASONS en ECHOENCE-
PHALOGRAPHIE

Les règles d'utilisations des ultrasons en échoencéphalographie
découlent des lois de l'acoustique et de l'optique

1°) FREQUENCE

La fréquence la plus basse des ultrasons est de 20 000 Hertz
ou cycles par seconde environ ce qui est la limite supérieur d'un son audible
par l'oreille humaine. La fréquence la plus élevée rejoint celle de la
lumière (10^{15} c/sec.). En échoencéphalographie les fréquences adoptées,
fonction des données physiques et empiriques, varient entre 1 et 2 Mc/sec.
(ou millions de cycles par secondes).

2°) PUISSANCE

Lorsqu'un faisceau d'ultrasons traverse une substance chaque
particule subit un mouvement vibratoire et la puissance est proportionnelle
à l'amplitude de cette particule depuis son point de repos (appelé élonga-
tion maximum) et inversement proportionnelle au produit de la densité du
milieu par la célérité du son dans ce même milieu. Soit la relation :

$$P = \frac{1,44 \times 10^{15} U f}{d \times c}$$

U : différence de potentiel
appliquée sur les faces du
quartz

F : fréquence

Elle est encore définie par la quantité d'énergie ultrasonore qui traverse une unité de surface par seconde et s'exprime en Watt par centimètre carré (Watt/cm^2).

Lorsqu'un faisceau ultrasonore de puissance élevée traverse une substance et en particulier les tissus biologiques il se produit un échauffement et d'autres effets propres aux ultrasons. Mais en échocéphalographie la puissance adoptée est très inférieure à celle qui déclenche ces phénomènes.

3°) VITESSE de PROPAGATION des ULTRASONS

La vitesse du son dans un milieu dépend de la densité, de la compressibilité et plus accessoirement de la température de milieu. La vitesse des ultrasons dans l'eau est de 1496 m/s, dans le parenchyme cérébral 1515 m/s et dans l'os elle est de 3380 m/s. En échocéphalographie cette vitesse a une grande importance car une même sonde est à la fois émettrice et réceptrice. Pour éviter les interférences il sera donc nécessaire d'émettre pendant un temps déterminé puis d'arrêter cette émission afin que la sonde puisse recevoir les échos issus des surfaces réfléchissantes. Ces temps ont été calculés en fonction de la célérité des ultrasons dans le tissu cérébral.

L'impulsion ultrasonore dure de 1 à 5 μs et l'intervalle entre deux émissions est de 5 μs (Fig. 1).

Durant la période de silence la sonde reçoit les échos des différentes surfaces réfléchissantes situées dans l'axe du rayon émetteur et transmet cette énergie à un oscilloscope cathodique sur l'écran duquel s'élèvent des déflexions correspondants à chaque écho. Ainsi le faisceau réfléchi effectue le trajet sonde obstacle et revient sur la sonde ou il est reçu. Il a donc parcouru deux fois la distance sonde obstacle et le temps mis par le son pour parcourir ce double trajet est

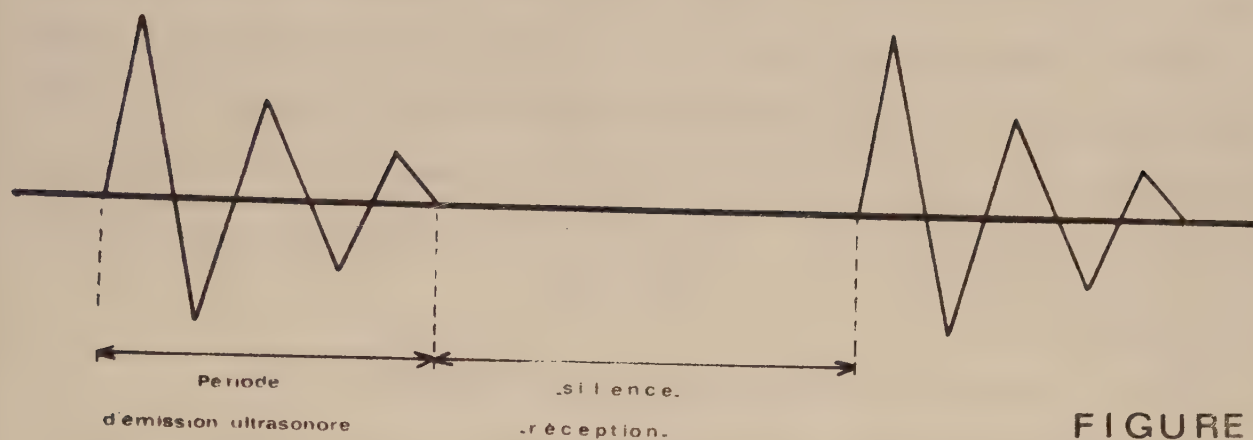


FIGURE 1

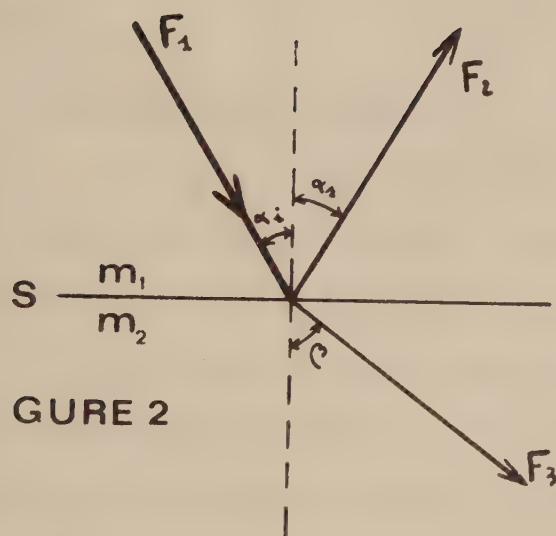


FIGURE 2

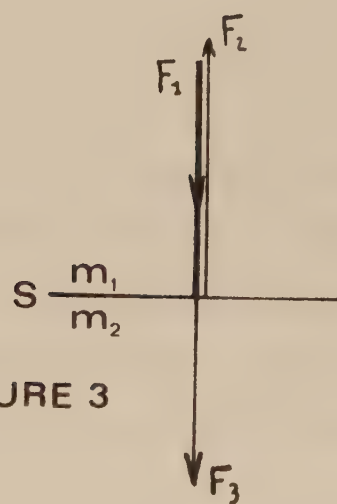


FIGURE 3

S : surface de séparation entre les milieux m_1 et m_2 .

F_1 : rayon incident. α_i : angle d'incidence. F_2 : rayon réfléchi. α_r : angle de réflexion.

F_3 : rayon réfracté. α_r : angle de réfraction.

matérialisé sur l'écran par la distance que l'on peut mesurer entre le départ du spot lumineux (temps zéro correspondant à chaque début impulsion) et la déflexion provoquée par l'écho. En connaissant la base de temps de l'appareil (ou balayage horizontal du spot) un simple calcul nous donnera la distance, L, séparant la sonde de la surface réfléchissante . Soit l'équation :

$$L = \frac{c \times t}{2}$$

C : vitesse du son dans les
tissus
t : lu sur l'écran

Mais la base de temps de l'appareil est choisie de telle façon que les graduations de l'écran correspondent à des millimètres de parenchyme cérébral et comme les pulsions se répètent à plus de 1 000 par seconde l'image paraît stationnaire . Dès lors par simple lecture on obtient la valeur de L. Cet écran peut être photographié à l'aide d'un appareil polaroïde ce qui facilite la mesure et permet de conserver un document.

4°) REFLEXION et REFRACTION

Ces deux phénomènes répondent aux lois de l'optique. Lorsque un faisceau d'ultrasons frappe une surface séparant deux milieux différents une partie de l'énergie est réfléchiée et l'autre partie après avoir subié une déviation due à la refraction poursuit son trajet . Ces phénomènes dependent de l'angle d'incidence du rayon avec la surface réfléchissante, de l'impédance acoustique des milieux.

A) Angle d'incidence

L'angle d'incidence est égal à l'angle de réflexion et l'angle de refraction répond à l'équation (Fig. 2) :

$$\sin \varphi = \sin \alpha \frac{V_2}{V_1}$$

α : Angle d'incidence
 φ : Angle de refraction
 V_1 vitesse du son dans le milieu 1
 V_2 vitesse du son dans le milieu 2

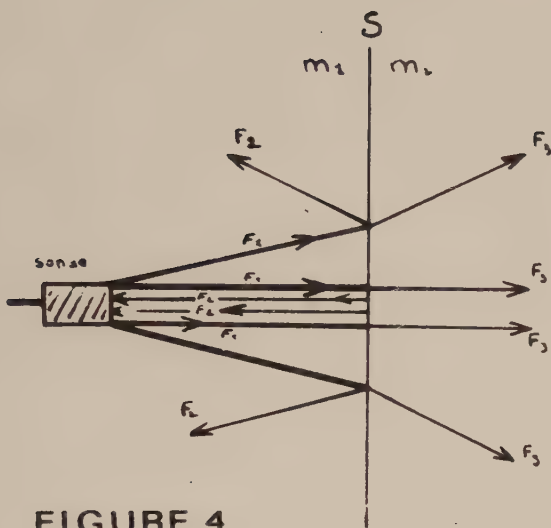


FIGURE 4

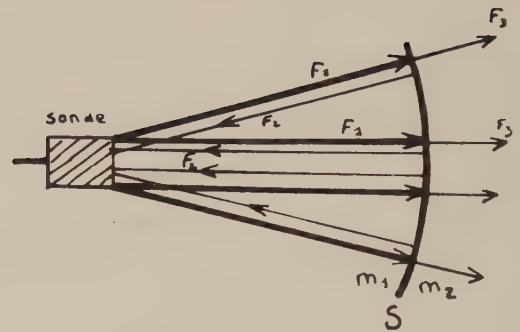


FIGURE 5

Même légende que celle de la figure 3.

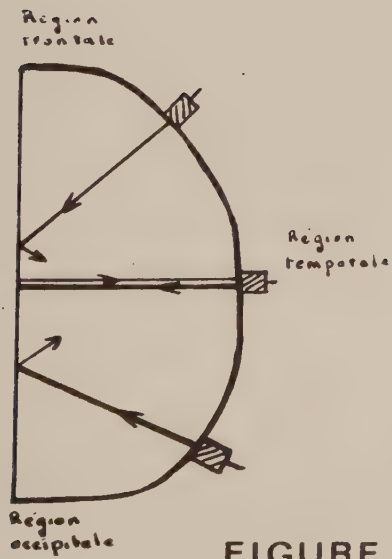


FIGURE 6

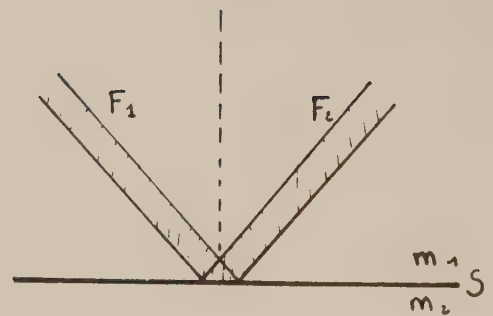


FIGURE 7

Ainsi nous voyons que lorsque le rayon incident est normal (Fig 3) au plan de la surface réfléchissante le rayon réfracté ne subit aucune déviation et la partie réfléchie revient en suivant le trajet du faisceau incident. C'est dans de telle condition qu'il faudra se placer en échoencéphalographie pour explorer avec le maximum d'efficacité une structure cérébrale.

Si l'angle d'incidence est trop élevé et dépasse une certaine valeur critique qui varie avec les milieux (25° pour l'os) tous les rayons seront réfléchis et donc stoppés à ce niveau sur l'axe de la propagation du faisceau (Fig. 7)

En conséquence, pour obtenir, avec une intensité élevée, un écho d'une surface réfléchissante il faut que celle-ci soit dans un plan perpendiculaire (Fig.4) au faisceau d'ultrasons (c'est à dire, à l'axe de la sonde) ou bien située sur un segment de sphère centré sur la source d'émission.

On en déduit également que pour supprimer l'angle de diffraction provoqué par les surfaces osseuses le plan de l'émetteur devra être parallèle au plan de l'os sur lequel il repose.

Ainsi pour obtenir les échos provenant de structures situées sur le plan médian, parois du troisième ventricule par exemple, il faudra que la surface osseuse sur laquelle est posée la sonde soit dans un plan vertical, parallèle au plan médian du cerveau. Les seules parties du crâne qui répondent à ces exigences sont les régions temporales (Fig.6)

B) L'impédance

C'est le deuxième facteur intervenant au cours de la réflexion et de la refraction.

La quantité d'énergie ultrasonore qui se réfléchit sur une interface dépend de l'impédance acoustique de chaque milieu . L'impédance est définie par le produit de la densité par la vitesse de propagation du son, soit

$$R = \rho \times c$$

R : impédance (en $\text{g/cm}^2/\text{sec.}$)
 ρ : densité du milieu
 c : célérité du son dans ce milieu

L'impédance caractérise la résistance qu'oppose un milieu à sa pénétration par une vibration sonore.

SUBSTANCE	Impédance
Eau.....	$1,4 \times 10^5$
Cerveau.....	$1,56 \times 10^6$
Air.....	43
Os.....	$6,1 \times 10^5$
Huile.....	$1,3 \times 10^5$

D'après ce tableau on constate que l'impédance acoustique est très élevée pour les solides liquides et les tissus mous mais contre elle est faible pour les gaz.

L'énergie réfléchie sur une interface répond à l'équation :

$$Lr = \frac{R_1 - R_2}{R_1 + R_2} \times 100$$

Lr : énergie réfléchie en % de l'énergie incident
 R_1 : impédance du milieu 1
 R_2 : impédance du milieu 2

En conséquence plus la différence d'impédance de deux milieux est grande plus la partie d'énergie réfléchie sur leur surface de séparation est élevée. Au maximum si R_1 est très grand, l'os par exemple, par rapport à un milieu où R_2 faible tel que l'air, la totalité de l'énergie ultrasonore sera réfléchie. En effet pour cet exemple, Lr est voisin de 100 %.

Ainsi en échoencéphalographie il ne faut pas interposer entre la sonde et le crâne une pellicule d'air, car celle-ci réfléchirait toute l'énergie ultrasonore et le faisceau ne pourrait pas poursuivre son trajet intra-crânien. C'est pour cette raison qu'il est indispensable de placer entre la surface émettrice de la sonde et l'os une pâte à base d'eau ou de corps gras.

Par contre quand une surface sépare deux milieux d'impédance voisine la partie de l'énergie réfléchie sera d'après la formule précédente très proche de 0 % . C'est pour cette raison que les structures cérébrales séparant la substance blanche de la substance grise sont les sources d'échos de trop faibles amplitudes pour être interprétés valablement .

5°) ATTENUATION

Le dernier facteur à considérer est l'atténuation des ultrasons à travers les tissus. Celui-ci dépend de l'absorption et de la diffraction. Pour les liquides et les gaz l'atténuation est principalement en rapport avec l'absorption qui est elle même fonction de la viscosité . Pour les tissus biologiques l'atténuation résulte essentiellement du phénomène de diffraction. Les tissus sont hétérogènes et constitués par une substance fondamentale et une multitude de particules, et les ultrasons ne se réfléchissent pas sur ces particules mais se dispersent dans toutes les directions. L'énergie du faisceau incident est ainsi appauvrie par cette dispersion. En optique ce phénomène correspond à la dispersion de la lumière lorsqu'elle traverse un liquide ou un gaz contenant des particules en suspension. Ce phénomène dépend de l'hétérogénéité du milieu et de la taille des particules et pour le parenchyme cérébral il a été démontré que 80 % de l'atténuation est due aux protéines

tissulaires.

A travers l'os l'atténuation est très importante en raison de la porosité de ce tissu. Il faudra donc de préférence placer la sonde sur la région temporale car c'est la partie du crâne qui est la plus mince.

En RESUME

pour explorer une structure médiane le faisceau ultrasonore a une fréquence de 1 à 2 mc/sec. il est émis par une sonde de 10 à 24 mm de diamètre placée perpendiculairement au plan médian sur la région temporale. Les surfaces de la sonde et de l'os sont unis par une pâte spéciale.

Ainsi, en explorant les parois du troisième ventricule cérébral nous sommes dans les meilleures conditions pour pratiquer un examen échoencéphalographique :

- l'os sur la région temporale est peu épais et sa surface est parallèle au plan médian sagittal ;

- les parois latérales du ventricule moyen sont situées sur l'axe bitemporal et sont parallèles au plan sagittal ;

- La différence d'impédance entre le tissu cérébral et le liquide intra-ventriculaire est suffisante pour réfléchir une quantité d'énergie ultrasonore qui provoquera une ample déflexion sur l'écran de l'oscilloscope facilement reconnaissable parmi les petites déflexions issues des structures voisines.

Ce prolongement dure-mérien réfléchit les ultrasons mais présente peu d'intérêt car elle ne subit aucune variation de forme ou de localisation au cours d'affection pathologique intra-crânien. Elle est cependant utile à considérer car l'écho qu'elle provoque peut être confondu avec celui d'une des parois du troisième ventricule.

2-) L'EPIPHYSE

Elle se situe au contact de la face postérieure du troisième ventricule et s'étend sur le plan médian en reposant sur les tubercules quadri-jumeaux antérieurs qui recouvrent eux mêmes le toit de l'aqueduc de Sylvius. Cette glande est utile à considérer car elle se situe sur l'axe bitemporal et calcifié ou non ses parois réfléchissent convenablement les ultrasons. Cependant de par sa forme et ses petites faces latérales l'écho dont elle est l'origine est de faible amplitude et difficile à repérer.

Mais récemment H.B. VEEHUYZEN à utiliser cette structure calcifiée afin de localiser, en s'aidant de photographies, de radiographies et de clichés d'encéphalographie gazeuse, la position exact de la sonde sur le crâne pour obtenir l'écho du troisième ventricule. Pour ce repérage cet auteur trace sur le crâne une droite joignant le nasion et le conduit auditif externe et il élève à partir de ce dernier point une perpendiculaire à la droite précédente. Ainsi il situe la partie postérieure du troisième ventricule sur cette perpendiculaire et à 5 cm au dessus du conduit auditif externe. VEEHUYZEN précise également la projection sur le crâne de la corne frontal et de la partie antérieure du troisième ventricule . Mais dans les cas pathologiques, en particulier les dilatations ventriculaires, d'importants remaniement modifient ces repères

et rendent inutilisable une telle méthode.

3-° LE TROISIEME VENTRICULE

Cette cavité est située sur le plan médian et placée entre l'aqueduc de Sylvius et les corps des ventricules latéraux. Ses faces latérales sont formées par les couches optiques et les régions sous thalamiques. Son plancher ou paroi postéro-inférieure repose en avant sur le chiasma optique et en arrière il correspond à l'ouverture de l'aqueduc de Sylvius. Sa face supérieure ou toit est constituée par une mince membrane épithéliale recouverte par la toile choroïdienne supérieure. Sa face postérieure est en contact avec l'épiphyse et se creuse à ce niveau en formant le récessus pinéal. Sous ce diverticule cette paroi est constituée par la commissure blanche postérieure.

Cette cavité qui relie le quatrième ventricule avec les ventricules latéraux par l'aqueduc et les trous de Monro a une forme en entonnoir. Sa partie antérieure est étroite et constitue l'infundibulum, sa partie moyenne est traversée par la commissure grise et en avant et au dessus d'elle s'ouvre les trous de Monro. C'est sur sa partie postérieure la plus large que l'exploration échographique donnera les renseignements les plus fidèles sur la largeur de cette cavité.

4-) L'AQUEDUC de SYLVIVS

C'est un canal épendymaire, fusiforme, plus large au milieu qu'à ses extrémités et qui traverse le mésencéphale. En raison de sa forme l'écho qu'il engendre est de faible amplitude et se différencie biendes échos du troisième ventricule.

5-) QUATRIEME VENTRICULE

Situé au dessous de l'aqueduc, entre le bulbe la protubérance et le cervelet, cette structure est difficilement visualisable par l'échographie et intervient peu au cours de l'exploration du troisième ventricule par les ultrasons .

— Structures situées sur les plans para-médians :

6-) VENTRICULES LATERAUX

Ce sont des cavités épendymaires, placées à l'intérieur des hémisphères qui s'enroulent autour de la masse formée par le noyau caudé, la couche optique et le pédoncule cérébral. La partie antérieure ou corne temporale est au dessous de ces noyaux et la partie postérieure ou corne occipitale se dirige en arrière dans le lobe de même nom et se termine à 2 ou 3 cm en avant du pôle occipital.

Les différentes parois de ces cavités sont susceptibles de réfléchir des ultrasons, mais leur situation leur surface complexe ne permettent pas d'obtenir des échos suffisamment amples et facilement identifiables. Cependant en cas d'importante dilatation ventriculaire ces cavités augmentent de volume et la forme de leur paroi épouse une surface parallèle au plan osseux. Et c'est dans ces seules conditions que l'on peut obtenir des images sonores satisfaisantes des ventricules latéraux.

7-) COMPLEXE SYLVIE

La scissure de Sylvius et la surface externe du lobe de l'Insula sont groupées en échographie sous le nom de complexe Sylvien

car elle réfléchisse les ultrasons en provoquent une déflexion unique sur l'écran de l'oscilloscope. Repérable chez l'enfant car l'os est peu épais elle s'identifie très difficilement chez l'adulte car son écho est de faible amplitude et se trouve mêlé à l'écho initial issu de l'os.

8-) LES CITERNES AMBIANTES

Elles partent des citernes interpédonculaires et contour-
nent de chaque côté le pédoncule cérébral . Elles sont la source d'échos
para-médians pouvant être confondu avec ceux du troisième ventricule.
En fait chez l'adulte les réflexions sonores de ses citernes sont très
inconstantes et de faibles amplitudes.

9- SURFACE DE SEPARATION ENTRE LA SUBSTANCE BLANCHE ET LA SUBSTANCE GRISE.

Chez l'enfant il est parfois possible d'obtenir des échos
provenant de la surface de séparation entre la substance blanche et la
substance grise (telle la surface du thalamus). Mais chez l'adulte l'ab-
sorption acoustique de l'os est trop importante pour visualiser cette
interface séparant deux milieux d'impédance voisine et qui réfléchit
donc qu'une faible quantité d'énergie ultrasonore. De plus ces échos
éventuels se mêlent aux multiples échos, proches ou lointains, provenant
de la réflexion sur différentes surfaces de rayons ultrasonores diffrac-
tés et réfractés par diverses structures, essentiellement par l'os. Ces
nombreux échos, ininterprétables et nuisibles, forment le bruit de fond
de la ligne de base de l'oscilloscope cathodique et sont éliminés par
un réglage convenable de l'appareil.

10-) L'OS

Nous rappellerons que sur la région temporale l'os est peu épais et que sa surface est verticale donc sensiblement parallèle au plan des interfaces explorées. Nous insisterons encore en disant que l'os par sa forme, son épaisseur, son hétérogénéité et sa haute absorption acoustique est l'élément essentiel à considérer en échoencéphalographie.

ENCEPHALOGRAPHIE GAZEUSE FRACTIONNEE
-:-:-:-:-

L'encéphalographie gazeuse est un examen neuroradiologique qui met en évidence les espaces liquidiens intracrâniens par une injection d'air. Par cette technique les images obtenues visualisent les cavités ventriculaires. Grâce à cet examen nous connaissons les dimensions exactes du troisième ventriculaire.

Il est donc intéressant d'étudier brièvement :

- La technique de l'encéphalographie
- Les images du troisième ventricule

TECHNIQUE DE L'EXAMEN

Le malade est en position assise, on pratique une ponction lombaire ou plus rarement sous occipitale à l'aide d'une aiguille munie d'un robinet . On injecte 7 cm³ d'air et un premier cliché de profil est pris pour vérifier l'emplacement des amydales cérébelleuses. Puis 5 à 10 sec. après l'injection un autre cliché de profil montre l'aqueduc de Sylvius, le quatrième ventricule, et la partie postérieure du troisième ventricule . Aussitôt après on prend un cliché de face le malade étant assis légèrement penché en avant reposant le milieu de son front sur le Potter. Dans cette position la radiographie montre les formations précédentes et en particulier la partie postérieure du troisième ventricule. Si la tête est insuffisamment fléchie l'air passe en avant vers les citernes pontiques et remplit incomplètement les cavités ventriculaires ; par contre trop fléchie l'air montre vers la surface supérieure du cervelet. Ensuite on pratique une nouvelle insufflation de

7 à 8 cm³ d'air après avoir retiré 4 cm³ de liquide céphalorachidien. D'autres clichés de face sont alors pris montrant une injection plus complète du système ventriculaire et principalement la partie postérieure du troisième ventricule. Les mesures de la largeur de cette cavité sont effectuées sur ces derniers clichés.

Le reste de l'examen présente peu d'intérêt pour notre étude, il sera rapidement résumé. Les citernes de la fosse postérieure sont examinées en injectant 7 cm³ d'air et en fléchissant la tête, puis une extension permet d'explorer les citernes pontiques. L'aiguille est alors retirée (au total une vingtaine de centimètres cubes d'air ont été injecté cependant en cas de dilatation ventriculaire la quantité d'air sera plus importante, 50 cm³ ou plus). Ensuite le malade est allongé en décubitus dorsal pour injecter les cornes frontales et la partie antérieure du troisième ventricule. Puis le malade est installé à plat ventre pour explorer les cornes occipitales et le carrefour ventriculaire. On visualise enfin les cornes temporales en effectuant avec précaution une rotation de la tête. D'autres techniques permettent d'injecter les citernes supra-sellaires, la citerne de la lame terminale et la scissure calcarine.

Dans les cas où l'air ne monte pas dans le système ventriculaire on pratique une ventriculographie centrale en introduisant un cathéter flexible à travers le trou de Monro après avoir trépaner sur la région frontale. Cette technique visualise de façon sélective le troisième ventricule, l'aqueduc de Sylvius et le quatrième ventricule.

La ventriculographie lipiodolée est le troisième examen neuroradiologique qui permet la mesure de la largeur du troisième ventricule . Il consiste, après avoir pratiqué un trou de trépan, à ponctionner un ventricule latéral et à injecter du lipiodol . Toute fois cet examen est surtout utilisé pour l'étude du quatrième ventricule.

ETUDE DU TROISIEME VENTRICULE

Les clichés radiologiques les plus intéressants pour cette étude sont prises en début d'examen lorsque le malade est assis avec la tête fléchie.

De profil on peut étudier le corps ventriculaire et trois parois. Le corps ventriculaire est traversé par une masse ronde qui correspond à la commissure grise interhémisphérique située en bas et en arrière des trous de Monro. Le plancher ou paroi postéro-inférieure est oblique en haut et en arrière et sur sa partie antérieure on remarque l'empreinte du chiasma qui se continue en avant par le tuber cinereum visible comme une ombre étroite et rectiligne. (Celui-ci se prolonge par l'infundibulum non visible en encéphalographie.) . La paroi antérieure est oblique en bas et en avant elle est échancrée en haut par l'empreinte de la commissure blanche antérieure, au dessous d'elle cette paroi est constituée par la lamelle sous optique qui s'unit en bas au chiasma des nerfs optiques. La paroi supérieure est convexe vers le haut et se termine en arrière par un prolongement appelé récessus supra pinéal.

Les clichés de faces seront retenus pour la mesure de la largeur du troisième ventricule. Dans cette position, malade assis tête fléchie avec le front reposant sur le Potter, la radiographie

montre en haut deux cavités arériques latérales qui correspondent au corps des ventricules latéraux. Entre celles-ci et un peu au dessous on voit le troisième ventricule ; l'étude de sa forme et de ses contours radiologiques doivent être analysés avec précision. Cette cavité, ovale à grand axe vertical, est parfois surmontée par une petite masse ronde formé par le récessus suprapinéal . Le contour du troisième ventricule est double en raison de la forme en bouteille, à grosse extrémité postérieure, sur une section par un plan horizontal de cette cavité. Le contour interne limite la partie antérieure du ventricule. Cette image centrale est bien contrastée car le faisceau de rayon x a traversé toute la longueur de la cavité qui est alors remplie par de l'air . Le contour externe délimite de chaque côté avec le contour interne un espace moins contrasté, en effet les rayons x ne traversent ici que la partie postérieure du ventricule. Les bords externes de l'image radiologique sont donc formés par la partie postérieure des parois latérales du troisième ventricule. Ce sont eux qui doivent être repérés avec exactitude car la distance qui les sépare fournit la largeur de la cavité et le résultat de cette mesure sera comparé avec le résultat obtenu à partir de l'échoencéphalographie.

Si la tête est insuffisamment fléchie l'air monte directement par les trous de Monro dans les ventricules latéraux sans avoir insufflé la partie postérieure du troisième ventricule et la mesure effectuée sur le cliché de face sera fausse car elle correspond à la largeur de la partie antérieure de cette cavité. Cependant on peut éviter cette erreur en étudiant le cliché de profil, pris dans la même position et au même moment, pour contrôler le bon remplissage de la partie

postérieure du troisième ventricule. En cas d'insufflation incomplète la mesure n'est pas valable. Sur une tête trop fléchie l'inconvénient est moindre car, soit l'air n'a pas encore pénétré dans le système ventriculaire et va se collecter au dessus de la surface supérieure du cervelet, soit l'air a déjà pénétré dans le ventricule moyen et il insuffle alors correctement sa partie postérieure.

De face le reste de l'image montre l'aqueduc de Sylvius en surimpression avec la partie inférieure du troisième ventricule et au dessous le quatrième ventricule entourant et surmontant la citerne interpedonculaire.

d'EN REGISTREMENT ECHOGRAPHIQUE

PLAN DU CHAPITRE

RAPPELS DE L'ETUDE DE L'ECHOENCEPHALOGRAPHIE DE LA LIGNE
MEDIANE

- Place de la sonde
- Etude du trajet du faisceau ultrasonore et des échos latéraux
- Calcul de la largeur du troisième ventricule.

— CONCLUSION

CHAINE RECEPTRICE

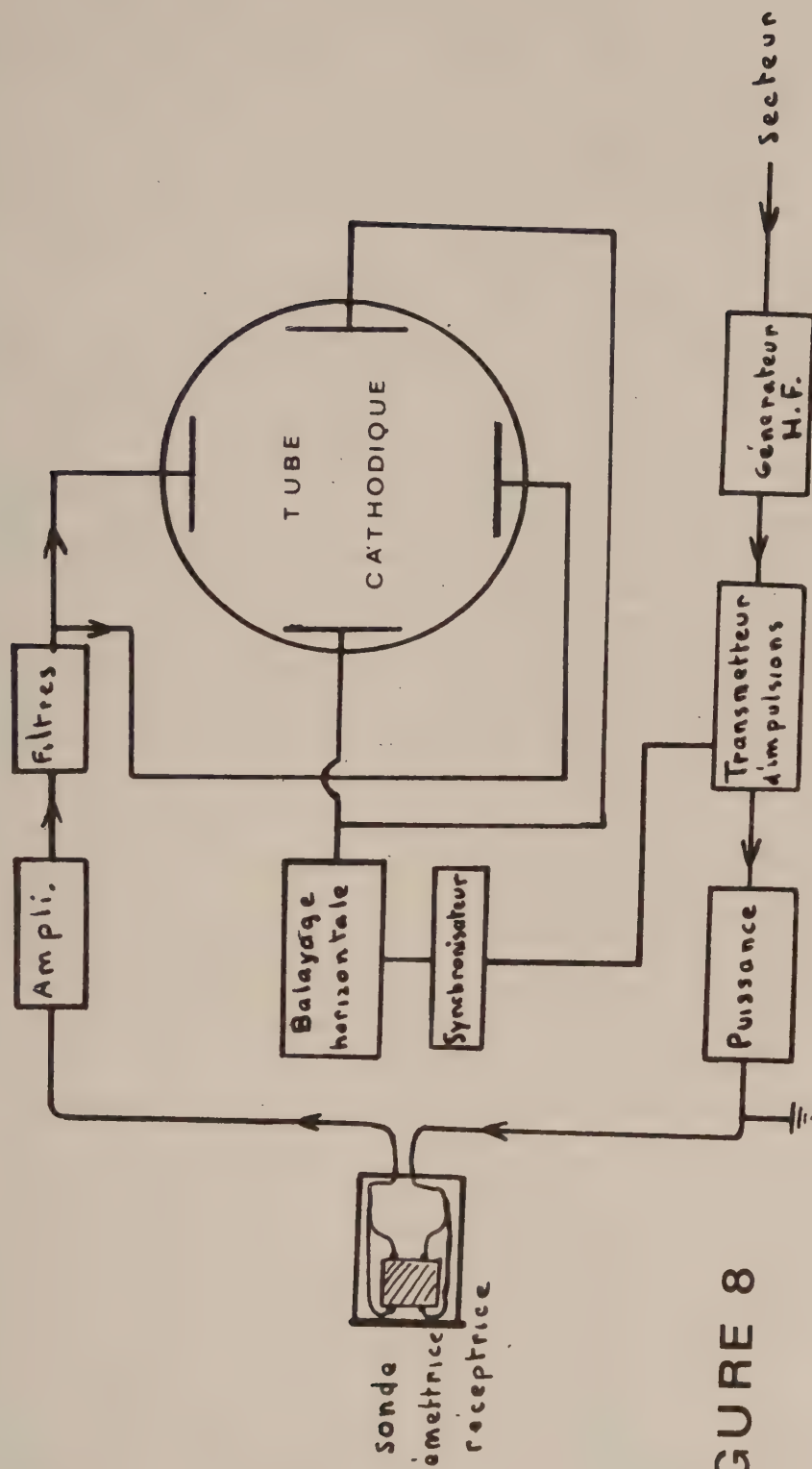


FIGURE 8

SCHEMA DE L'APPAREIL

A P P A R E I L L A G E

L'appareil que nous avons utilisé a été réalisé d'après J. et H. KRAUTRAMER par la maison Siemens-Reiniger-Werke.

La sonde exploratrice est constituée par une céramique piézo-électrique (titanate de baryum) qui transforme les différence de potentiel de fréquences déterminées en vibration ultrasonore et inversement . Cette sonde est donc reliée à une première chaîne émettrice qui comporte les appareils suivants : générateur de haute fréquence électrique ; système électronique interrompant périodiquement ce courant de haute fréquence ce qui permet de régler la durée de l'impulsion (de 1 à 5 μ s) et l'intervalle de temps qui sépare chacune d'elle (5 μ s environ); enfin avant de rejoindre la sonde l'impulsion électrique traverse un amplificateur permettant ainsi de régler la puissance de l'émission. En conclusion, les hautes fréquences électriques, issues d'un générateur branché sur le courant alternatif du secteur, sont interrompues périodiquement puis amplifiées et dirigées sur les deux faces de la céramique qui les transforment en fréquence ultrasonores. Entre deux impulsions la même sonde devient réceptrice et reçoit les échos ultrasonores éventuels qu'elle envoie sous forme de fréquences électriques sur une deuxième chaîne constituée par : un amplificateur réglable ; une série de filtres ; un tube cathodique qui reçoit sur ces deux plaques horizontales le message ce qui provoque une défexion verticale du spot lumineux.

Les plaques verticales du tube cathodique sont responsable du balayage horizontal du spot lumineux sur l'écran dont la vitesse est déterminée par la base de temps . Un synchronisateur s'intercale entre le réglage d'impulsion et le balayage horizontal pour commander le départ du spot lumineux au temps zéro c'est à dire au début de chaque impulsion. (Fig. 8)

Prenons un exemple pour comprendre l'utilisation de l'appareil. La sonde est placée sur la région temporale et reçoit l'écho d'une structure cérébrale . Le trajet effectué par le son est double car il est composé par l'aller et le retour de la sonde à la surface réfléchissante . (Fig.9) . C'est donc la longueur $2a$ que l'on lit sur la grille étalonnée de l'écran. Il suffit alors de diviser par deux cette mesure pour connaître la distance de la sonde à la structure. Mais cette opération est déjà effectuée sur l'écran car l'appareil est réglé (en choisissant la base de temps) de telle sorte qu'une division de la grille correspond à un trajet de 2 cm effectué par le son, aller plus retour, c'est à dire à 1 cm de parenchyme cérébral. Nous utilisons la grille Schiefer et Kazner constituée par 16 divisions chacune étant subdivisée en 5 intervalles.

Le réglages des correspondances se fait par la méthode du "bisonde" . Deux sondes sont placées de façon rigoureusement symétrique sur les deux régions temporales (la position exacte sera précisée plus loin). L'une de ces sondes émet un faisceau ultrasonore et l'autre reçoit ce faisceau qu'elle transmet sur la chaîne receptrice de l'appareil . A cet instant une déflexion apparaît sur l'écran et cette distance AB représente le diamètre bitemporal. (Fig.10).

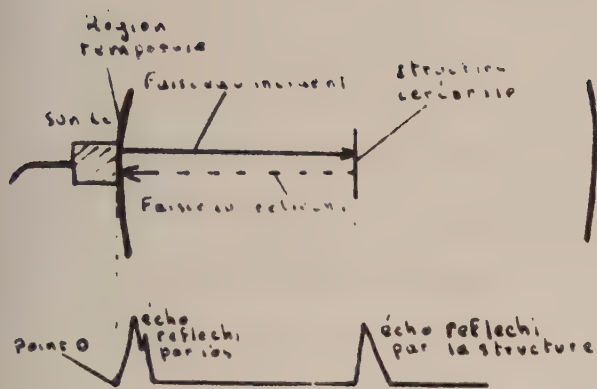


FIGURE 9

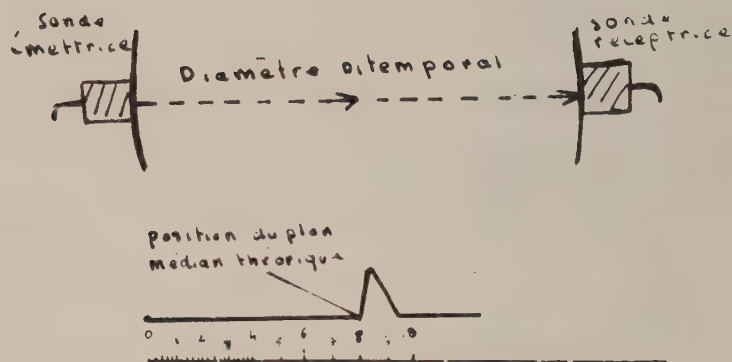


FIGURE 10

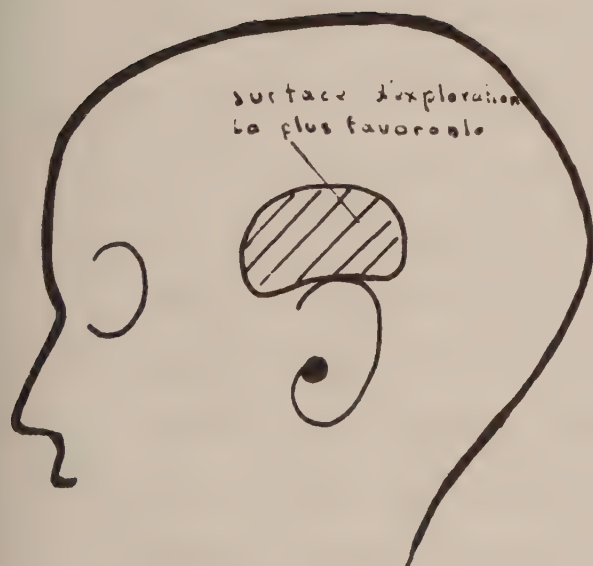


FIGURE 11

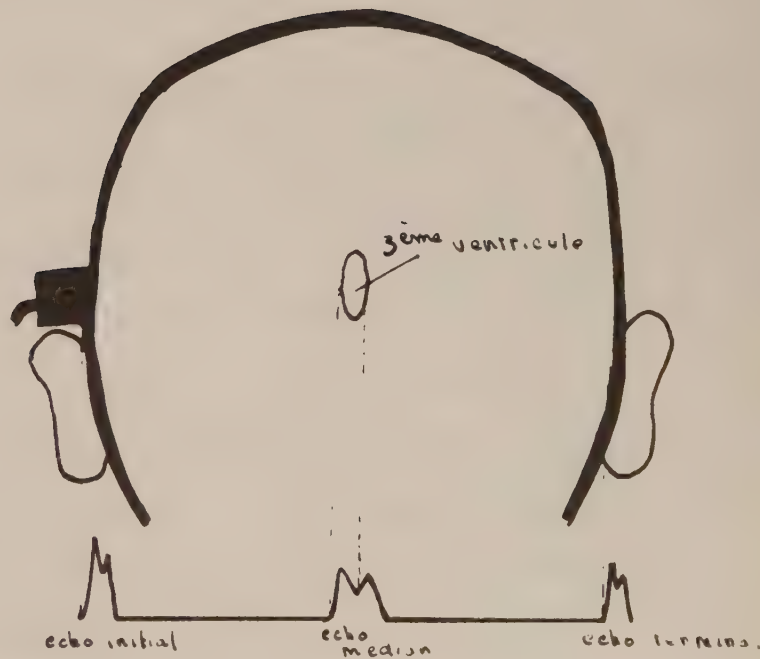


FIGURE 12

Le trajet du son étant direct et simple chaque division de la grille traduit dans ce cas 2 cm de parenchyme cérébral. Connaissant le diamètre bi-temporal, mesuré sur le crâne à l'aide d'un compas gradué, il est dès lors facile en réglant le balayage horizontal de faire correspondre le nombre de cm lu sur le compas avec la moitié de ce même nombre de divisions de la grille. Par exemple si le diamètre bitemporal vaut 16 cm la déflexion sortira sur l'écran à la 8^{ème} division. Une fois ce réglage effectué, la place de la déflexion sur l'écran fournit la position du plan médian cérébral théorique (puisque'il est égal à la moitié du diamètre bitemporal). Une photographie de cette image est prise à l'aide d'un appareil polaroid fixé sur l'oscilloscope .

R A P P E L S de L' E T U D E de L'E C H O - E N C E P H A L O G R A -
P H I E de la L I G N E M E D I A N E

Nous prenons par commodité le troisième ventricule comme structure médiane. La surface de ses parois latérales est suffisamment étendue pour repérer par rapport à des points fixes la place de la sonde sur le crâne . L'expérience et l'encéphalographie gazeuse ont montré que cet endroit se situe à la vertical du conduit auditif externe et à une distance de 3 à 5 cm de celui-ci. (Fig. 11) . Etudions la description de l'image en ne considérant que les échos des parois osseuses et du ventricule moyen (Fig. 12)

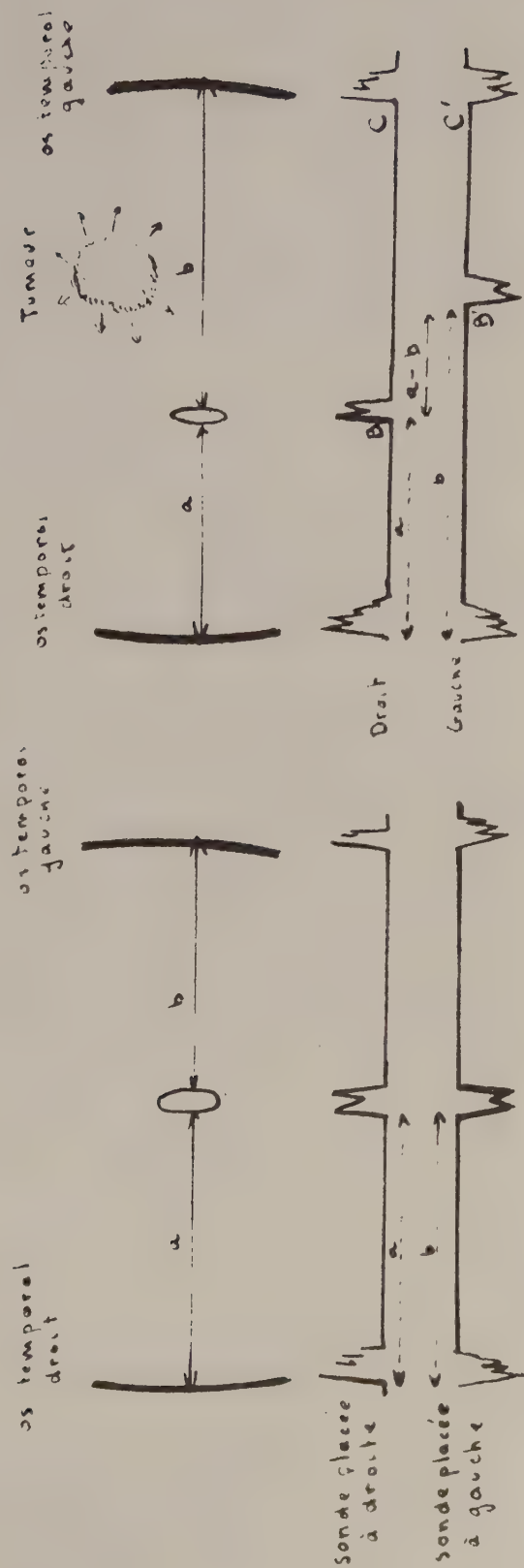
Le tracé échographique montre : un écho initial traduisant la réflexion ultrasonore sur l'os et les parties molles (le pied de la première branche est le point zéro) ; un écho terminal correspondant à la face interne de l'os temporal du côté opposé ; et entre les deux

se trouve l'écho médian, qui est ici double ou bifide.

LITHANDER a décrit la morphologie du complexe médian issu du troisième ventricule et il a essayé d'expliquer l'aspect bifide de celui-ci . La première branche ascendante s'élève rapidement atteint son sommet et revient plus lentement vers la ligne de base, cette déflexion provient de l'écho réfléchi par la paroi latérale la plus proche de la sonde. Avant que le spot rejoigne la ligne de base la sonde reçoit l'écho de l'autre paroi latérale ce qui provoque la deuxième branche ascendante. Ensuite le spot redescend sur la ligne de base. Précisons que la distance d'un écho se mesure à partir du pied de la déflexion et que la largeur de celle-ci n'a aucun rapport avec la structure explorée et varie selon les réglages et la qualité de l'appareil. Une photo est prise sur un film polaroid de ce premier enregistrement. Ensuite on place la sonde du côté opposé et de façon symétrique et on prend une deuxième photos sur le même film (un dispositif spécial permet de déplacer la ligne de base vers le bas et d'inverser le sens des échos afin d'éviter la superposition des images) (Fig. 13)

Lorsque les structures médianes sont en place, c'est à dire sur le plan médian, on doit obtenir l'égalité, de la distance entre le point zéro et le pied de la première branche de l'écho médian (a) quand la sonde est à droite, avec la même distance lorsque la sonde est à gauche (b) (Fig. 12). Lorsque ces structures médianes sont repoussées latéralement, par une tumeur ou autres processus expansifs, les deux distances a et b deviennent différentes et le déplacement est égal à :

$$\frac{a - b}{2} \quad (\text{ en valeur arithmétique })$$



Structures médianes en place

FIGURE 13

Déplacement vers la droite des structures médianes par une tumeur

FIGURE 14

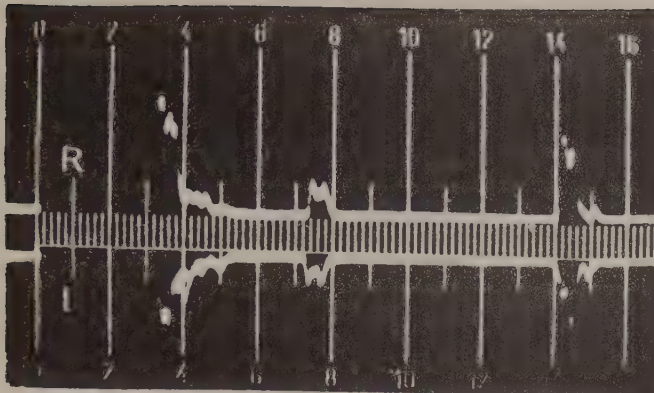
et se fait dans le sens où la distance entre le point zéro et l'écho médian est le plus petit (Fig. 14).

Pour que cet enregistrement soit valable il faut placer la sonde exploratrice sur les régions temporales droite et gauche d'une façon rigoureusement symétrique. Il faut donc vérifier que les deux distances entre le point zéro et l'écho de la face interne de l'os temporal du côté opposé à la sonde soient égales (c'est à dire que les points C et C' correspondent à la même graduation de la grille) et d'autre part que les pieds des échos médians B et B' soient symétriques par rapport au pied de l'écho médian théorique (m') obtenu par le "bisonde".

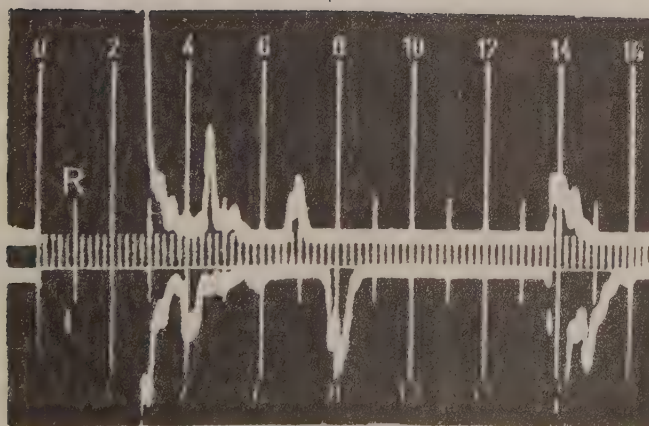
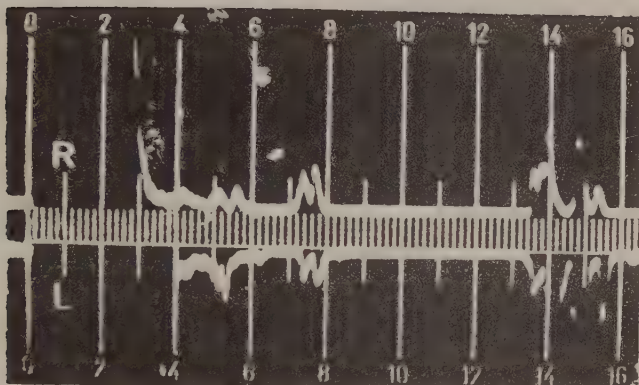
Au cours de ses travaux sur l'écho médian, Mme HAZEMANN a défini selon l'importance du déplacement des structures médianes quatre classes :

- entre 0 et 2mm : pas de déplacement significatif ;
- entre 2 et 4mm : déplacement modéré ;
- entre 4 et 6mm : déplacement franc ;
- au dessus de 6mm : déplacement important.

Parfois les deux pics de l'échos médien sont battant. En effet le liquide intraventriculaire subit l'influence des pulsations artérielle et sa pression varie donc régulièrement . La différence de pression à chaque pulsation entraine une légère modification de la forme des parois ventriculaires et l'on parle de systole et de diastole des ventricules cérébraux. Au cours de l'augmentation de pression la forme des parois latérales du ventricule moyen sont plus convexes et au cours de la baisse de pression elles sont moins convexes parfois planes ou même concaves. (Cependant ces surfaces restent pratiquement



ECHOENCEPHALOGRAMMES
NORMAUX



Echo-median déplacé
de 5mm vers la droite

sur le même plan) . Les lois physiques énumérées précédemment permettent de comprendre la hauteur de chaque pics au cours de la diastole et de la systole ventriculaire. Ainsi le battement de l'écho médian se caractérise par une variation de la hauteur de ses deux pics au cours de chaque pulsation cardiaque (J. Van MULLEM) .

E T U D E de la L A R G E U R du IIIème V E N T R I C U L E par
l' E C H O E N C E P H A L O G R A P H I E

1-) Place de la sonde .

La sonde de petit diamètre est placée, comme pour la recherche de la ligne médiane, à 5 cm au dessus du conduit auditif externe et on observe sur l'écran les deux échos très proches l'un de l'autre des parois antérieures du troisième ventricule. Ensuite on déplace légèrement la sonde vers l'arrière de façon que la distance qui sépare les deux pics augmente progressivement. Ce tâtonnement est parfois long et difficile mais lorsque cette distance est maximum on suppose explorer la partie postérieure du troisième ventricule et une première photo est prise . On procède de la même façon de l'autre côté, en s'assurant toutefois la bonne symétrie des images, et une deuxième photo est prise Celle-ci permet de vérifier la position de la ligne médiane et de contrôler la première.

Les repères géométriques de la partie postérieure du troisième ventricule par rapport à des points fixes sur le crâne peut faciliter l'examen échographique (BEARING) Mais nous n'avons pas utilisé cette technique car un très léger déplacement de la sonde suffit à supprimer l'image caractéristique et de plus en cas de dilatation ventriculaire les positions des parois du ventricule moyen peuvent être

modifiées. Ce repérage systématique est satisfaisant sur le plan théorique mais pratiquement il devient inutilisable et pourrait même induire en erreur quant à la partie du ventricule exploré. Nous avons donc préféré la méthode qui consiste à apprécier directement sur l'écran, au cours des manipulations successives de la sonde, la largeur maximum de l'écho médian.

2-) Etude du trajet du faisceau ultrasonore et des échos latéraux.

Etudions le trajet du faisceau ultrasonore lorsque la sonde explore le troisième ventricule. Il traverse le scalp et l'os puis la dure-mère et l'espace sous dural il rencontre ensuite le cortex temporal, le fond de la scissure de Sylvius; le cortex du lobe de l'insula, la capsule extrême, le noyau lenticulaire, la capsule interne, le thalamus et au dessus la partie inférieure du ventricule latéral et enfin les parois du ventricule moyen. En poursuivant son trajet il rencontre les structures contralatérales. (Fig. 15)

Les surfaces de séparations de ces différents milieux sont plus ou moins capables de réfléchir les rayons ultrasonores. Sur un cerveau formolé et immergé dans l'eau certains auteurs (J. Van MULLEM, C.C.G. GROSSMAN, FORD) ont reconnu les échos T, S, C₁ L, C₂, Th, V₁, P, S, V₁ et V₂. Ils identifient ces structures en superposant leur échos avec l'aiguille implantée dans le parenchyme cérébral puis en disséquant la préparation ils recherchent la surface sur laquelle se trouve la pointe de l'aiguille.

Mais à travers le crâne les caractéristiques acoustiques de l'os ne permettent pas de reconnaître et de recevoir tous ces échos.

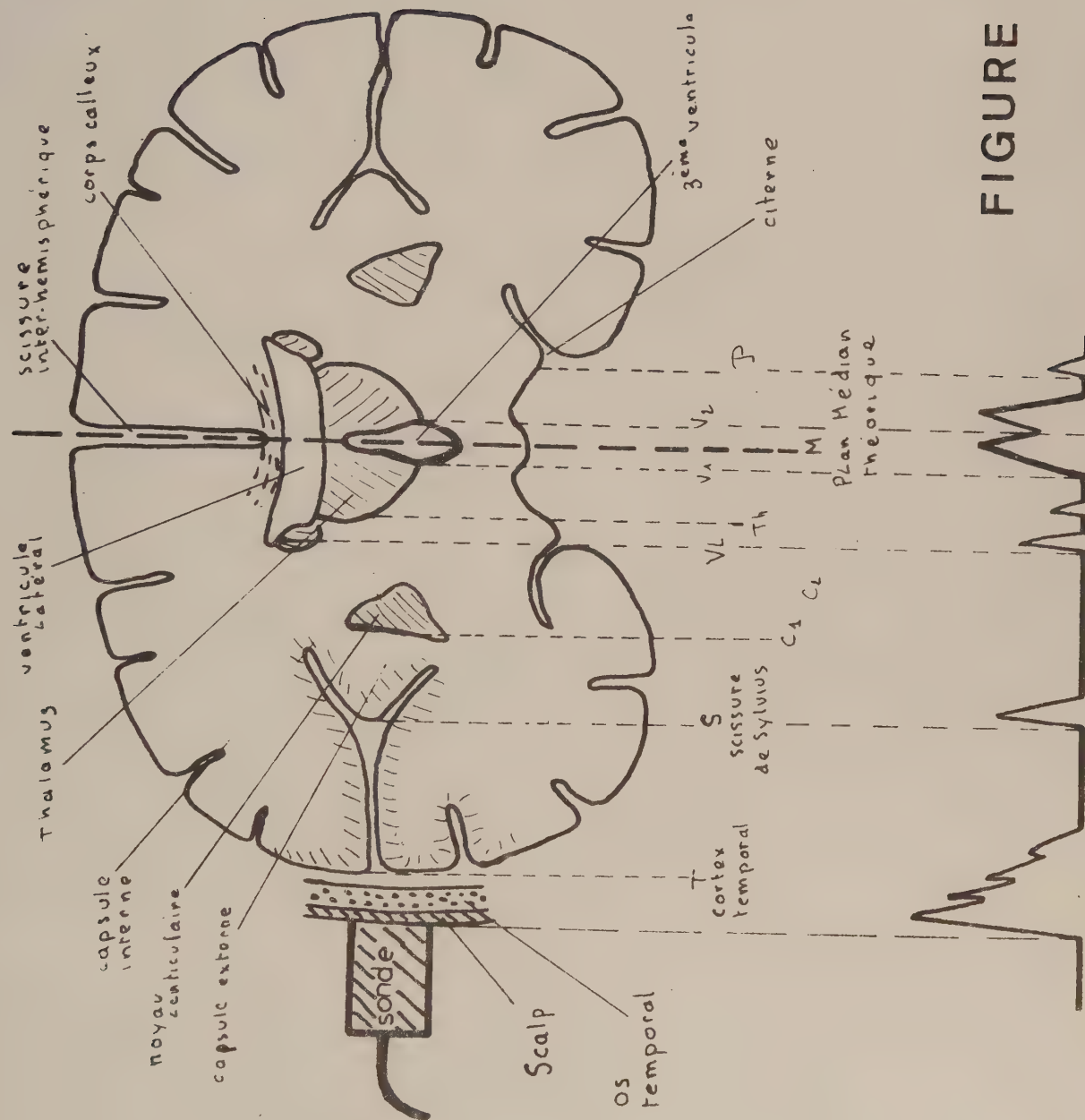


FIGURE 15

Cependant J. Van Mullen a essayé d'identifier quelques échaux latéraux. En superposant un cliché d'encéphalographie gazeuse de face avec la photographie de l'enregistrement de l'échographique convenablement agrandie, il réussit à distinguer quatre échos latéraux : complexe sylvien (fond de la scissure de Sylvius et lobe de l'insula) ; face externe de la corne temporale ; un écho paramédian (correspondant aux citernes ambiantes) ; et paroi proximale du troisième ventricule. (Fig. 15)

UEMATSU et SUGAR ont étudié ces échos latéraux en plaçant la sonde à 2 ou 5 cm au dessus du conduit auditif externe et à 1 cm en avant de lui . Il ont ainsi trouvé que la distance entre le complexe sylvien et la table interne de l'os temporal du même côté est égal au quart du diamètre bitemporal.

Au cours de nos travaux nous n'avons pas répété l'écho du complexe sylvien car il se trouvait confondu avec l'écho initial et de ce fait difficilement identifiable . Les échos des parois des ventricules latéraux n'étaient bien visible qu'en présence de dilatation ventriculaire importante. Dans ce cas la surface de cette cavité est plus étendue et devient parallèle à la surface de l'os ce qui favorise considérablement la reflexion des ultrasons.

Du fait de la difficulté d'obtenir et d'identifier l'écho du complexe sylvien et de recevoir un écho valable des ventricules latéraux (en raison de leur forme géométrique) nous avons préféré étudier la largeur du ventricule moyen pour rechercher les dilatations des cavités intracérébrales.

C O N C L U S I O N S

Nous avons choisi d'explorer pour essayer de diagnostiquer à l'aide de l'echoencéphalographie les dilatations du système ventriculaire, le troisième ventricule cérébral car il répond aux conditions indispensables suivantes :

- Il est bien connu anatomiquement et ses dimensions sont relativement constantes chez les sujets normaux.

- En cas de dilatation ventriculaire ses parois s'éloignent l'une de l'autre et de façon proportionnelle à la gravité de l'affection.

- L'exploration à travers l'os de ses parois par les ultrasons réunie les meilleurs conditions théoriques et pratiques pour obtenir des échos identifiables.

- Il est reconnaissable et sa largeur est mesurable sur les clichés d'une encéphalographie gazeuse de face

— : — : — : — : — : — : — : — : — : — : — : — :

M A T E R I E L

-:-:-:-:-:-:-

Nous avons travaillé sur les 3895 échoencéphalogrammes qui ont été enregistrés au Laboratoire d'Exploration Fonctionnelle du Système Nerveux de la Pitié entre le mois d'Octobre 1968 et de Septembre 1970. Antérieurement les dossiers ne sont pas utilisables car l'échographie était consacré à la recherche de la position de la ligne médiane et non à l'étude du troisième ventricule

Durant cette période il a été essentiellement examiné des malades atteints ou suspectés d'affection neuro-chirurgicale et des traumatisés du crâne.

L'âge des malades, que nous avons retenu, d'échelonne des premières semaines de la vie à 70 ans.

M E T H O D E

--:--:--:--:--:--

Nous étudierons d'abord l'échogramme du troisième ventricule dilaté en utilisant quelques tracés de malades dont le diagnostic de dilatation des cavités cérébrales est certain. Ainsi nous choisirons, en se basant sur des hypothèses, les deux échos du complexes qui sont issus des parois latérales droite et gauche de la partie postérieure du troisième ventricule. La mesure de la distance qui sépare l'origine de ces échos devrait donc nous renseigner sur la largeur de cette partie ventriculaire. Nous avons recherché parmi les enregistrements pratiqués depuis deux ans, les dossiers échographiques dont cette distance est supérieure aux largeurs normales de la partie postérieure du troisième ventricule consignées dans le tableau ci contre

	Moyenne	Extremes
Nouveau nés.....	3	1,5---4
Nourrissons.....	3,5	2,5---5
Enfants en age scolaire et adulte.....	5	3,5--6,5
Vieillards de plus de 70 ans	7	4 --10

D'après FEUERLEIN (W.) et DILLING (H.). Chiffres donnés en mm .

Puis nous rechercherons, dans les archives de la Clinique Neurochirurgicale, les dossiers d'hospitalisation de ces malades afin de grouper ceux qui possèdent un examen neuroradiologique de contraste qui visualise le troisième ventricule. Sur les clichés de face

nous calculerons la largeur de la partie postérieure de cette cavité.

Pour chaque malade sélectionné nous comparerons les deux distances échographique et radiologique, entre elles. L'étude statistique de toutes ces comparaisons nous permettra d'affirmer ou d'infirmer la correspondance de ces deux distances. Si les résultats montrent l'égalité des deux distances nous aurons ainsi démontré que par les deux, méthodes échographique et radiologique, nous avons bien mesuré la même distance. Comme les clichés neuroradiologiques visualisent la partie postérieure du troisième ventricule nous aurons validé les hypothèses qui nous ont fait choisir les deux échos comme étant issus des parois latérales de la partie postérieure de cette cavité.

Pour connaître la grandeur réelle de la largeur de la partie postérieure du troisième ventricule, à partir de la mesure effectuée sur les clichés de contraste, il nous faut déterminer le coefficient d'agrandissement radiologique au niveau de cette structure.

Nous rappelons que ce coefficient "A" est donné par la formule :

$$A = \frac{\text{Distance Ampoule-film}}{\text{Distance Ampoule-Plan étudié}} \quad \text{soit} \quad \frac{\text{D.A.F.}}{\text{D.A.3ème Ventr.}}$$

Tous les examens radiologiques que nous avons utilisé * ont été fait dans le service de neuroradiologie du Professeur METZGER à l'Hopital de la Pitié. Mais ce service possède trois appareils pour faire les examens aériques ou lipiodolés de ventricules cérébraux. Nous allons donc étudier la valeur du coefficient A pour chaque appareil.

* - L'intervalle de temps entre l'enregistrement échographique et l'examen radiologique varie entre 0 et 15 jours, pour quelques cas il est supérieur à ces chiffres mais il ne dépasse jamais 30 jours.

Le premier à une D.A.F. de 110 cm et une distance film-table d'examen de 5 cm . Le troisième ventricule étant à environ 12 cm du plan de cette table nous pouvons écrire :

$$A = \frac{110}{110 - (5 + 12)} = \frac{110}{93} = 1,18$$

Nous remarquons que si la distance, partie postérieure du troisième ventricule-table, n'est pas constante chez tous les malades le coefficient A reste toutefois proche de 1,18. En effet si cette distance varie de 1 cm " A " augmente ou diminue de 1/100 ce qui est très acceptable.

Le deuxième appareil à un coefficient d'agrandissement sensiblement identique au précédent.

Quant au troisième appareil, le plus utilisé, l'étude de son coefficient d'agrandissement pose certains problèmes . En effet "A" est variable selon le réglage et il est lu directement sur un tableau étalonné de 1,10 à 1,40 . Ces chiffres correspondent à un coefficient d'agrandissement au niveau du centre radiologique du cerveau c'est à dire de l'hypophyse (qui est proche de la partie postérieure du 3 ème ventricule). Les radiologues travaillent habituellement sur 1,20, mais ils utilisent parfois 1,10 ou 1,35 et ils ne notent jamais ce chiffre sur le film photographique.

Devant l'impossibilité de reconnaître l'appareil qui a été utilisé en regardant un cliché nous avons essayé de déterminer pour chaque cas le coefficient " A " . Le troisième ventricule (partie postérieure) étant traversé par le diamètre bitemporal et le bisonde ultrasonore donnant la mesure réelle de ce diamètre nous pouvons écrire :

$$A = \frac{\text{diamètre bitemporal mesuré à l'aide des radios}}{\text{diamètre bitemporal donné par le bisonde}}$$

Mais en essayant d'établir ce rapport pour chaque malade nous nous sommes heurtés à plusieurs difficultés :

a) L'erreur commise sur la lecture radiologique du diamètre bitemporal est importante. Il faut mesurer la distance entre les deux tables externes des deux écailles temporales or celles-ci sont souvent en surimpression avec d'autres images osseuses . De plus nous devons ajouter à cette distance un nombre arbitraire correspondant à l'épaisseur radiologique du scalp ($0,62 + 0,62 = 1,25$ mm).

b) Sur certains clichés cette mesure n'est pas possible car une des régions temporales déborde le film.

c) Le bisonde donne la ligne médiane et pour connaître le diamètre bitemporal réelle il faut multiplier ce chiffre par deux ce qui double l'erreur commise sur sa lecture.

d) Chez quelques malades le bisonde n'a pas été photographié.

En considérant ces difficultés nous avons préféré, pour calculer la largeur de la partie postérieure du troisième ventricule à l'aide des clichés radiographiques de contrastes, adopter un coefficient d'agrandissement radiologique commun à tous les examens. Mais nous devons tenir compte, dans l'analyse de nos résultats des erreurs possibles qu'un tel choix pourrait nous faire commettre. Nous avons pris " A " = 1,20 car c'est le coefficient d'agrandissement le plus souvent utilisé.

E T U D E de la M O R P H O L O G I E de l' E C H O G R A M M E
-:-:-:-:-

du TROISIEME VENTRICULE DILATE

Nous avons dit précédemment que l'échographie de la ligne médiane consiste à préciser la position du troisième ventricule cérébral par rapport au plan médian théorique. L'aspect de l'échogramme de cette cavité sur l'enregistrement d'un sujet normal est constitué par deux pics ayant la forme d'un M que l'on voit fréquemment battre (les deux sommets étant animés par un mouvement de bascules) sur l'écran de l'oscilloscope. Par ailleurs il a été démontré que les deux échos du complexe médian sont issus des deux parois latérales droite et gauche, du troisième ventricule (IITHANDER, Th.PLANIOL), (Fig. 16).

L'origine, ou le pied de chaque écho, situe dans l'espace la position de la paroi réfléchissante. Nous allons pouvoir considérer que le nombre de mm qui sépare les points A' et B' correspond à la distance séparant les deux parois ayant refléchi les ultrasons.

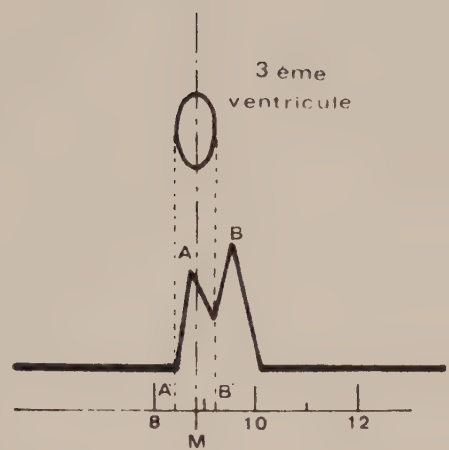
En pratiquant cet examen les echoencéphalographiste (dont M. FISCHGOLD et Mlle STRAUSS au laboratoire de la Pitié) se sont aperçus que la distance A' B' est parfois très grande et que cet aspect se rencontrait chez les malades atteint de dilatation ventriculaire. Dès lors il apparaissait possible d'apprécier la largeur du troisième ventricule sur un enregistrement échographique. Le problème était de démontrer avec certitude la corrélation entre la morphologie anatomique réelle et les données de l'échogramme de cette structure.

gion temporale
droite



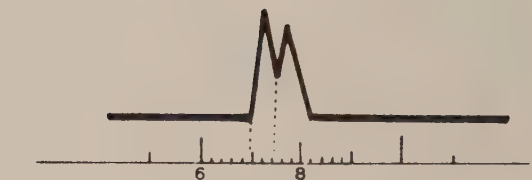
3^{ème}
ventricule

Echogramme
Echelle

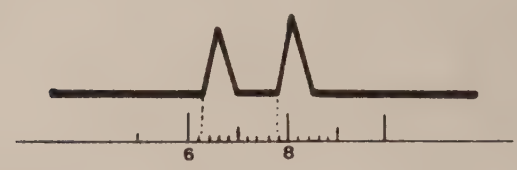


A écho issu de la paroi latérale droite - A' origine de A.
B - - - - - gauche - B' - - - - - B.
M position du plan médian sagittal théorique.

FIGURE 16



position antérieure de la sonde



position postérieure de la sonde

FIGURE 17

écho issu du scalp et de
l'os temporal droit

écho de la table interne de
l'os temporal gauche

D

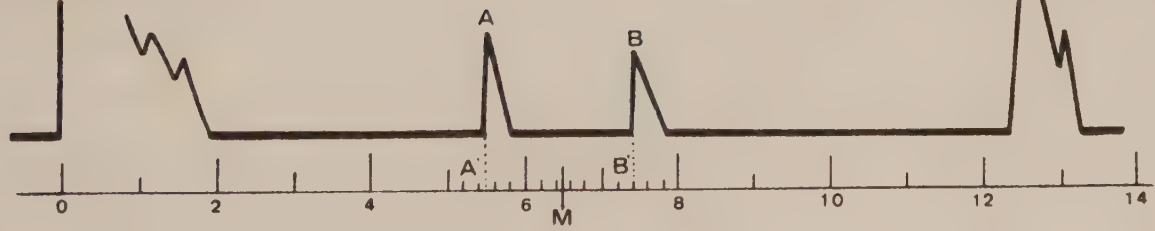


FIGURE 18

Devant ce problème il a été décidé, au laboratoire, que les malades qui présentaient une dilatation ventriculaire diagnostiquée sur l'encéphalographie gazeuse auraient un examen échographique dont le complexe médian, constitué par les parois latérales du troisième ventricule, serait plus particulièrement étudié. Mais chez ces malades nous nous étions vite rendu compte que l'écho médian apparaissait beaucoup plus complexe que celui d'un sujet normal (composé de deux échos isolés et constants sur tous les enregistrements.) En effet, sur de tels tracés, le nombre de déflexions au voisinage de la ligne médiane est souvent supérieur à deux et leur amplitude et position varient en déplaçant légèrement la sonde dans le sens antéro-postérieur.

Nous avons donc essayé d'établir le rapport entre la position de la sonde et l'aspect de l'échogramme du troisième ventricule dilaté. La sonde (de petit diamètre pour limiter l'étendue des surfaces explorées) était placée en avant puis ramenée très progressivement vers l'arrière et nous avons observé sur quelques malades atteints de dilatation ventriculaire importante d'abord deux pics proches l'un de l'autre puis en reculant la sonde les pics devenaient plus nombreux et enfin en position postérieure on retrouvait deux pics mais plus éloignés l'un de l'autre que sur l'enregistrement pris avec la sonde placée en position antérieure (Fig. 17). Le deuxième tracé étant le plus satisfaisant pour notre étude nous avons choisi de placer la sonde le plus en arrière possible sur la région temporale ce qui devrait "à priori" nous permettre de mesurer la largeur de la partie postérieure du 3^{ème} ventricule.

Nous avons admis devant de tels résultats et en nous appuyant sur les données anatomiques concernant le troisième ventricule de ces malades

que dans la première position (sonde en avant) le faisceau ultrasonore explore la partie antérieure, étroite, de cette cavité alors qu'au cours du dernier enregistrement (sonde en arrière) il explore la partie postérieure large . Nous montrerons ultérieurement que cette interprétation est exact, tout au moins dans certains cas, en nous basant sur des corrélations neuroradiologiques.

Ainsi à l'aide de cette relation de cause à effet nous avons défini une technique pour obtenir l'échogramme du troisième ventricule afin de rechercher une éventuelle dilatation de cette cavité : une sonde de petit diamètre (10mm) est placée sur la région temporale, un peu en arrière de la position habituelle, et la technicienne (Mlle D. MATHURIN) cherche à obtenir un complexe médian composé de deux échos amples et larges issus des deux parois latérales recouvrant la partie postérieure du ventricule moyen. Pour obtenir de telles images il faut procéder par tâtonnement en modifiant légèrement la place de la sonde ce qui est parfois difficile et long. Cependant nous avons réussi à enregistrer quelques tracés typiques. La figure 18 montre le tracé de l'enfant M.F. âgé de 4 mois et atteint d'hydrocéphalie. Sur cet enregistrement pris du côté droit nous admettons que lorsque la sonde reçoit l'écho réfléchi par la paroi droite de la partie postérieure du troisième ventricule le spot de l'oscilloscope s'élève à partir du point A' puis revient sur la ligne de base. Et lorsque l'écho issu de la paroi opposé (gauche) frappe la sonde le spot dessine à partir de B' une deuxième déflexion. Et réciproquement pour le tracé enregistré sur la région temporale gauche. D'autre part M (position du plan médian théorique déterminée par le bisonde ou

en divisant par deux le diamètre bitemporal obtenu par un compas) est le centre de symétrie des points A' et B'. Ainsi la mesure de la distance qui sépare A' et B' est plus facile que sur un échogramme d'un sujet normal car cette distance est plus grande (ce qui diminue l'incertitude relative) et les deux points se trouvent sur la ligne de base.

Mais cet aspect n'était pas le plus fréquemment obtenu chez les malades dont le diagnostic de dilatation ventriculaire était affirmé par l'encéphalographie gazeuse. Très souvent, malgré une bonne technique, des échos de faibles amplitudes apparaissaient au voisinage et même sur les branches ascendantes ou descendantes des deux échos du complexe médians. Devant ces échos "secondaires", dont la présence était alors indéfinissable la manipulatrice essayait de réduire leur amplitude en réglant convenablement l'appareil (puissance, filtres...) ou en modifiant très légèrement la position de la sonde. Mais de toute façon elle photographiait plusieurs tracés, chez chacun de ces malades, pris dans différentes conditions d'enregistrement. Sur les deux tracés de la figure 19 pris dans les meilleures conditions de recherche de l'échogramme du troisième ventricule (partie postérieure) décrites ci-dessus, la technicienne n'a pas pu éliminé les deux petites déflexions supplémentaires 1 et 2, qui surchargent les deux échos du complexe médian. La distance A' B' était considéré comme représentant la largeur de la partie postérieure du ventricule moyen.

A partir de ces premiers résultats nous pensions pouvoir mesurer la largeur de la partie postérieure du troisième ventricule à l'aide d'un tracé échoencéphalographique. Et depuis la mise au point de la technique d'un tel enregistrement la technicienne étudie systématiquement chez tous les malades qu'elle examine l'échogramme de cette structure.

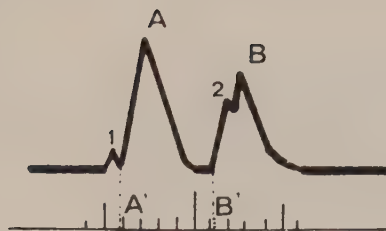
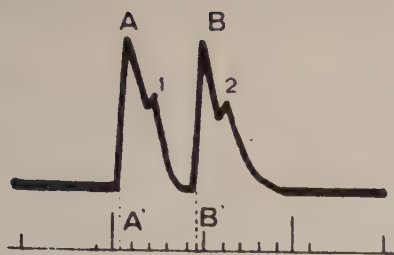


FIGURE 19

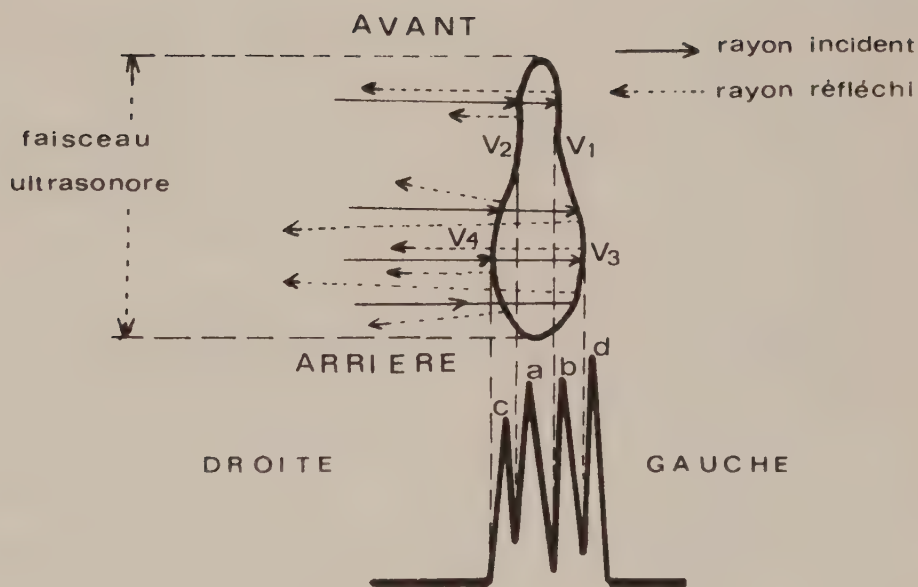
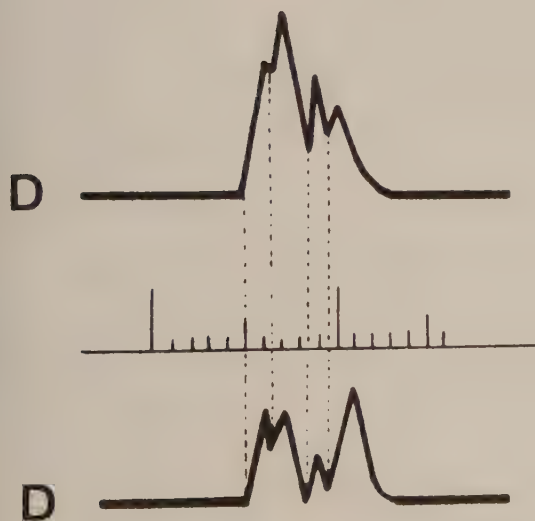


FIGURE 21



Deux enregistrements de l'enfant L.P. 4ans

FIGURE 20

Ainsi nous avons réuni 137 malades dont l'échogramme de leur troisième ventricule montrait deux pics A et B semblables à ceux que nous venons de décrire et caractérisés par :

-amplitude suffisante pour être considéré comme étant isolé d'éventuelles petites déflexions qui surchargent parfois le complexe médian

-distance A' B' mesurable et supérieure à la largeur normale de la partie postérieure du troisième ventricule (soit supérieur à 4 mm pour les nouveau nés, à 5mm pour le nourrisson, et à 6,5mm pour les enfants et adultes).

Ces malades sélectionnés nous étaient adressés par la Clinique Neurochirurgicale et nous avons recherché leur dossier d'hospitalisation dans les archives de ce service. Sur les 137 malades 45 possédaient soit une encéphalographie gazeuse soit, plus rarement, un lipiodol intraventriculaire avec des clichés de face nous permettant la reconnaissance et la mesure du troisième ventricule.

Nous appellerons "L" la largeur réelle de la partie postérieure de cette cavité qui est obtenue en divisant le chiffre lu sur la radio (distance séparant les bords externes de l'image aérique ou lipiodolée du troisième ventricule décrite dans le chapitre consacré à cet examen) par le coefficient d'agrandissement radiologique

$$\frac{\text{largeur de la partie post. du IIIème ventricule lue sur la radio}}{\text{Coefficient d'agrandissement radiologique}} = L \text{ (mesure réelle).}$$

Nous appellerons "e" la distance AB lue sur l'échogramme (elle correspond à la distance réelle parcourue par le faisceau ultrasonore entre les deux parois responsables des deux échos médians).

En admettant que A et B situaient dans l'espace les parois

latérales de la partie postérieure du troisième ventricule, nous aurions du vérifier l'égalité des deux mesures soit :

$$L = e \quad \text{ou} \quad \frac{L}{e} = 1 \text{ pour chaque malade étudié}$$

Or nous avons constaté que la mesure échographique "e" est généralement très inférieure à la largeur réelle "L" de la partie postérieure du troisième ventricule et que le rapport $\frac{L}{e}$ oscille entre 9,25 et 1,60 la moyenne arithmétique de ces rapports étant de 1,37.

Avec les résultats obtenus par cette méthode nous pouvons conclure que :

-Si il y a validité de la correspondance qualitative (car les radios étudiées ont toujours montré une dilatation des cavités ventriculaires)

-Il n'y a pas de correspondance numérique entre la distance qui sépare les deux pics de l'écho médian (AB) et la largeur réelle de la partie postérieure du troisième ventricule. Ses parois latérales ne sont donc pas toujours responsables des échos A et B .

Le fait d'avoir vérifié sur les 45 malades, à l'aide des examens neuroradiologiques, le diagnostic de dilatation ventriculaire soupçonné sur le tracé échoencéphalographique et devant la constatation que "e" est généralement très inférieur à "L" nous avons pensé à une erreur d'interprétation du complexe échographique du troisième ventricule dilaté. Nous avons donc repris plus en détail l'étude de la morphologie des complexes médians sur les dossiers que nous possédions.

Nous avons d'abord cherché à expliquer certains échogramme qui montrent plus de deux pics (aspect que nous ne pouvions pas comprendre jusqu'alors d'où l'abandon de tels enregistrements). Ainsi nous avons sélectionné une dizaine de tracés de malades différents, tous atteints

de dilatation ventriculaire, et sur lesquels le complexe médian est constitué par plusieurs pics relativement bien individualisés . En comparant ces tracés entre eux nous sommes arrivés aux constatations suivantes :

-le complexe médian comporte le plus souvent quatre échos. (Contrairement à notre hypothèse de départ ou nous ne nous occupions que de deux échos).

-Sur plusieurs échogrammes d'un même malade ils sont tous présents mais d'amplitude très différente (certains peuvent être réduit à un simple crochetage d'une branche ascendante ou descendante de la déflexion voisine).

-chez un même malade, possédant plusieurs enregistrements dont le complexe médian est composé par quatre pics, l'origine de chacune de ces déflexions sur toutes les photos s'élève toujours à partir du même repère pris sur l'échelle de la grille ou encore les distances qui séparent ces déflexions sont constantes pour un même malade.

Devant de tels résultats nous pouvons dire que, chez ces malades, la présence des quatres pics, obtenus en enregistrant leur troisième ventricule dilaté, est indiscutable et non artéfactuelle. Ce qui laisse supposer que la reflexion ultrasonore sur cette cavité dilatée ce fait sur quatre surfaces.

En observant cet aspect quadrifide du complexe médian nous avons repris les travaux effectués par C.C. GROSSMAN sur l'exploration échographique du troisième ventricule normal, nous les résumerons brièvement .

Après avoir fixé un cerveau par du formol et plongé dans l'eau il a obtenu un échogramme, de cette cavité, constitué par

quatre pics ayant la forme d'un double M . En superposant chacun de ces échos à celui d'une aiguille spéciale enfoncée à travers le parenchyme cérébral puis en disséquant la préparation afin de reconnaître le lieu de l'extrémité de l'aiguille, donc de la surface responsable de chaque écho, il a démontré que chacun des quatre échos provient d'une partie des parois latérales la plus proche de la sonde et respectivement de la partie postérieure " V_4 " et antérieure " V_2 " . Tandis que les deux suivants "b" et "d" ont pour origine la partie antérieure " V_1 " et postérieure " V_3 " de la paroi latérale opposée. (Fig.21). Il a ensuite expliqué ses résultats en tenant compte de la forme particulière, en "bouteille", du troisième ventricule sur une coupe par un plan horizontal.

En clinique sur un ventricule normal et en posant la sonde directement sur le crâne cette morphologie n'est pas obtenue car l'os gêne considérablement la précision de l'examen échoencéphalographique. En effet les plans portant les parois V_4 et V_2 sont très proches l'un de l'autre et ainsi les échos c et d issus respectivement de ces surfaces sont confondus. De même pour les échos b et a issus des surfaces V_1 et V_3 .

Au cours de nos premiers travaux nous n'avions pas retenu cette morphologie particulière de l'écho médian car : il faut utiliser des artifices expérimentaux ; et cet aspect n'avait jamais encore été remarqué en appliquant directement la sonde émetrice-réceptrice sur le scalp de la région temporale.

Mais en s'inspirant des résultats des travaux de CH.GROSSMAN et de nos considérations précédemment faites sur les quatres pics du complexe médian du troisième ventricule dilaté nous avons retrouvé

quelques tracés, parmi les dossiers sélectionnés, dont l'aspect de l'échogramme du troisième ventricule est le même que celui décrit par Ch. GROSSMAN (Figure 22: tracé de l'enfant N.C. âgé de 13 ans; et figure 23: tracé de l'enfant O.F. âgé de 14 ans).

Dès lors nous pouvons expliquer les quatres pics de l'échogramme du troisième dilaté. En s'aidant des tomographies d'encéphalographie gazeuse nous schématiserons la coupe, par un plan horizontal, de cette cavité de façon suivante : (Fig.24).

Nous remarquons que les plans V_2 et V_4 (surfaces de la partie antérieure et postérieure de la même paroi latérale) sont suffisamment éloignées sur un ventricule moyen dilaté pour que leur écho soit distinct sur un enregistrement à travers l'os. De même pour V_1 et V_3 . En, effet, les tomographies d'encéphalographie gazeuse montrent que c'est essentiellement la partie postérieure du troisième ventricule qui augmente de volume au cours des processus entraînant une dilatation des cavités intracérébrales.

D'après les lois physiques l'amplitude de chaque déflexion dépend de la forme et de l'étendue de la surface réfléchissante. En prenant le schéma précédent si la sonde est rigoureusement perpendiculaire au plan sagittal elle sera approximativement au centre du segment de sphère portant la paroi postérieure la plus éloignée d'elle et en conséquence le quatrième écho sera plus ample que le premier. Celui - ci ne représente qu'une faible partie de l'énergie ultrasonore réfléchi par la paroi latérale (de la partie postérieure), la plus proche de la sonde, car cette surface étant convexe par rapport à cette sonde elle va diverger le faisceau d'ultrasons . Par contre les parois

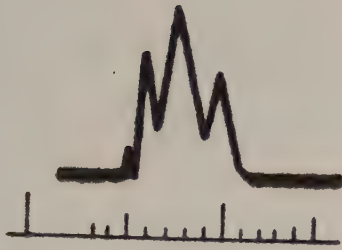


FIGURE 22

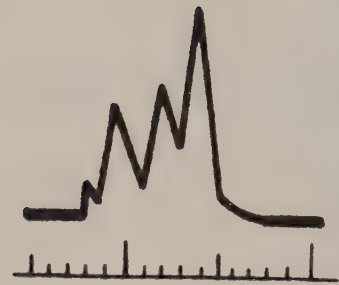


FIGURE 23

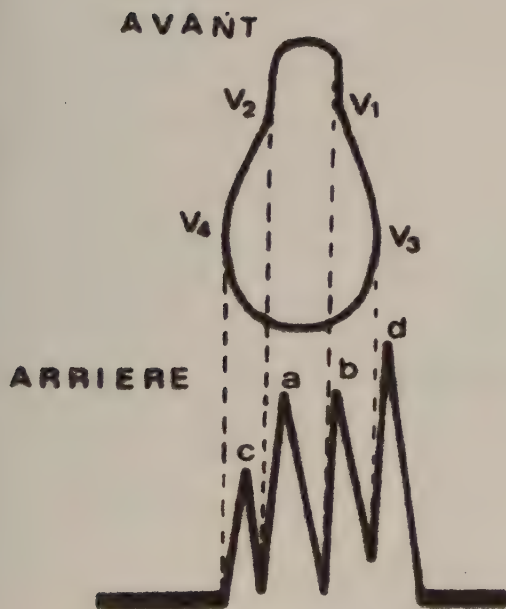


FIGURE 24

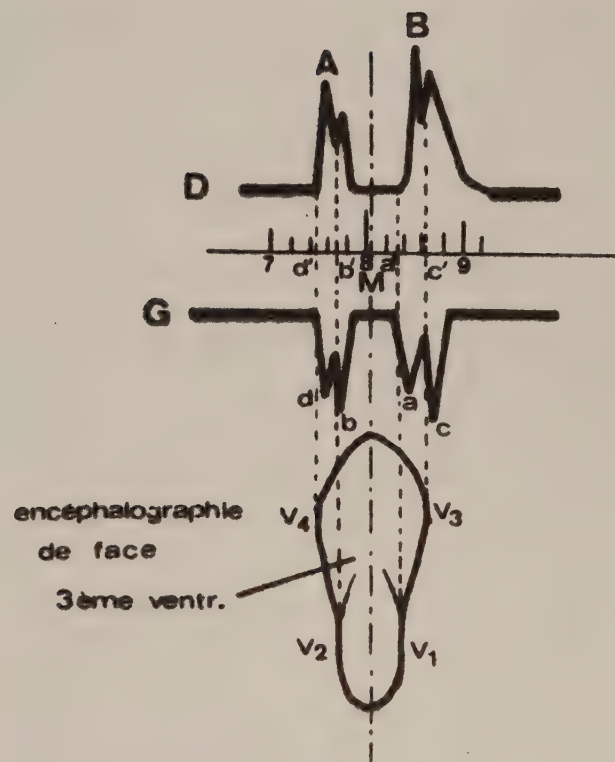


FIGURE 25

recouvrant la partie antérieure sont sensiblement parallèles ce qui explique que leur écho a et b ont la même amplitude.

Nous avons utilisé des observations possédant un bon échogramme du troisième ventricule et des clichés d'encéphalographie gazeuse sur lesquels les largeurs des portions antérieures et postérieures de cette cavité sont mesurables. Ainsi nous avons pu comparer ces deux mesures avec les distances qui séparent les échos du complexe médian pour vérifier la correspondance des chiffres fournis par les deux examens différents.

Nous reproduisons une observation (Fig. 25) pour illustrer notre technique de travail et pour mettre en évidence les constatations que nous venons de faire sur l'échogramme du troisième ventricule dilaté. Mr;B.R. âgé de 28 ans a eu un traumatisme crânien suivi de 15 jours de coma. Il a été examiné deux mois après son traumatisme car il présentait un syndrome subjectif post traumatique . L'encéphalographie gazeuse (Fig. 25) nous permet de vérifier le diagnostic de dilatation ventriculaire et de connaître la distance qui sépare les parois latérales de la partie postérieure du troisième ventricule soit :

$$L = \frac{13,5\text{mm (lu sur les radiographies)}}{1,20 \text{ (coefficient d'agrandissement)}} = 11,2\text{mm}$$

Dans notre première interprétation nous avons considéré que la largeur du troisième ventricule était représentée par la distance entre les deux échos A et B séparés de 8mm, ce qui ne correspondait pas à la valeur de L (11,2mm) fournie par l'encéphalographie. Par contre en considérant les quatre échos du complexe médian (mieux visibles sur le tracé G, pris avec la sonde à gauche) nous pouvons dire que les échos c et d sont réfléchis par V_3 et V_4 car la distance c'd' qui sépare leur origine est

égale à 11mm. Tandis que la largeur de la partie antérieure donnée par l'encéphalographie (exceptionnellement mesurable avec précision sur ce cliché) est de $\frac{8,5\text{mm}}{1,2} = 7,1\text{mm}$ alors que la distance a'b' entre les pieds des échos a et b est de 7mm. Là encore la correspondance des mesures est très satisfaisante.

De plus nous pouvons expliquer l'amplitude de chaque déflexion en les comparant à la visualisation aérique des parois du troisième ventricule : Nous le ferons sur le tracé enregistré à gauche qui est de meilleure qualité. Les parois V_1 et V_2 sont sensiblement parallèles donc chaune réfléchit la même quantité d'énergie ultrasonore que l'autre. Les amplitudes des deux échos a et b issus de ces parois sont effectivement identiques. Pour les surfaces a et b issus de ces parois sont effectivement identiques. Pour les surfaces de la partie postérieure nous constatons que V_3 est convexe par rapport à la sonde et son faisceau ultrasonore réfléchi est divergent ce qui explique la faible amplitude de son écho d. La paroi V_4 convexe concentre l'énergie ultrasonore sur la sonde et son écho c est effectivement plus ample que d.

Mais cet aspect typique n'est pas le plus souvent rencontré et surtout en ce qui concerne l'amplitude des quatres échos formant le complexe médian. En effet de multiples combinaisons peuvent être réalisées en considérant qu'en cas de dilatation ventriculaire les parois latérales du troisième ventricule ne sont pas toujours rigoureusement symétriques par rapport au plan sagittal et que leur courbure et leur étendue sont variables selon le malade étudié. D'autre part une très légère inclinaison de la sonde modifie les amplitudes de ces échos. Nous examinerons ces différents aspects dans le chapitre consacré aux observations.

A la suite de l'étude de quelques observations privilégiées nous avons été amené à abandonner notre première hypothèse concernant le complexe médian issu du troisième ventricule dilaté et nous avons adopté une nouvelle définition de ce complexe médian.

1°- Il est constitué au moins par 2 échos et habituellement par 4.

2°- Sur plusieurs tracés d'un même malade (enregistrés sur la région temporale droite ou gauche) les origines des quatre échos médians sont séparés les uns des autres par des distances qui sont constantes.

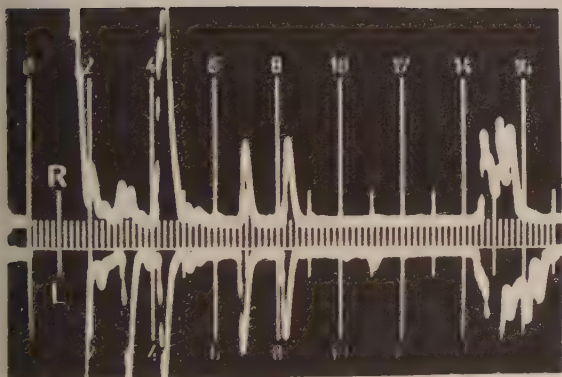
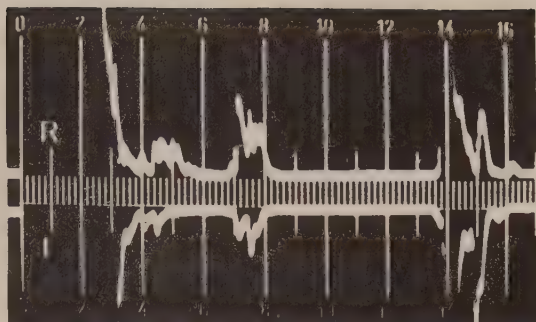
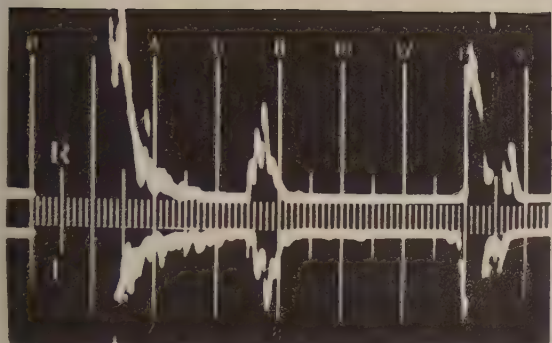
3°- Ils sont symétriques deux à deux par rapport à la ligne médiane théorique x

4°- Les amplitudes de ces quatre échos sont variables.

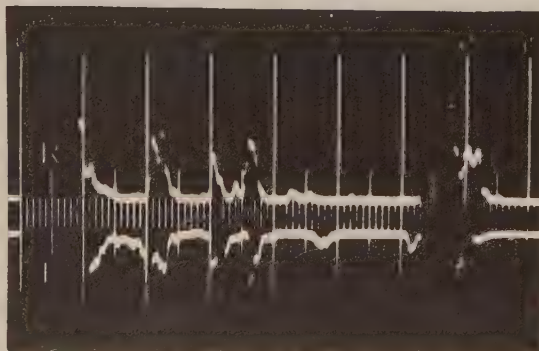
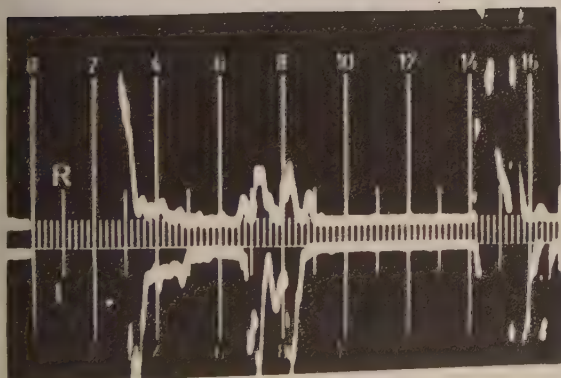
5°- Les deux échos les plus éloignés l'un de l'autre sont issus des surfaces latérales droite et gauche qui recouvrent la partie postérieure du ventricule et la distance qui les sépare est supérieure à la largeur normale de cette partie ventriculaire. Tandis que les échos les plus rapprochés proviennent des deux surfaces qui recouvrent la partie antérieure.

Il ne nous reste plus qu'à valider les éléments de cette définition en comparant l'échogramme du troisième ventricule dont la morphologie évoque une dilatation ventriculaire avec les examens neuro-radiologiques qui visualisent cette cavité et nous renseignent sur sa forme et ses dimensions exactes.

x - En cas de déplacement, même très faible, des structures médianes ce critère n'est valable que si l'on fait une translation de l'échogramme avec un vecteur égal et de sens contraire au déplacement.



Echoencéphalogrammes
montrant un élargissement
du 3^{eme} ventricule cérébral.



R E S U L T A T S e t E T U D E S T A T I S T I Q U E

CONCERNANT LA COMPARAISON, POUR CHAQUE MALADE, DE LA MESURE DE LA
LARGEUR DE LA PARTIE POSTERIEURE DU TROISIEME VENTRICULE CALCULEE
SUR L'ECHOENCEPHALOGRAPHIE ET SUR LES RADIOGRAPHIES DE CONTRASTE
QUI VISUALISENT CETTE CAVITE

S'appuyant sur les cristères de la lecture de l'échogramme du troisième ventricule dilaté tel que nous venons de le décrire, nous avons repris les dossiers échographiques et réuni 184 tracés de malades dont le complexe médian montre au moins deux échos séparés par une distance qui est supérieure à la largeur normale de la partie postérieure du troisième ventricule. Parmi ceux-ci 62 ont subi un examen neuroradiologique de contraste qui visualise cette cavité.

Pour démontrer que les échos de ces complexes médians correspondent aux parois latérales du troisième ventricule il faut vérifier, pour chaque malade, l'égalité entre la mesure de la distance des deux échos, que l'on admet être issus des parois postérieures en appliquant la définition précédente avec la mesure de la largeur de la partie postérieure fournie par les clichés radiologiques. Quant à la partie antérieure nous n'avons pas comparé les mesures de sa largeur donnée par les deux examens car sa mesure sur l'encéphalographie est dans la plupart des cas impossible ; le lipiodol ne visualise pas ses parois latérales (sur les clichés il y a superposition sans différence de contraste des parties antérieure et postérieure) ; les deux échos issus de ses surfaces laté-

rales n'étaient pas systématiquement recherchés par la technicienne qui essayait surtout de mettre en évidence les deux échos les plus éloignés l'un de l'autre ; cette portion ventriculaire est la plus étroite d'ou erreur relative importante sur les mesures ; et enfin elle présente moins d'intérêt dans les dilatations ventriculaires que la partie postérieure . Toutefois nous avons groupé les dossiers dont les examens échographique et encéphalographie aérique sont de qualités exceptionnelles pour démontrer que les deux échos internes a et b du complexe médian sont issus des surfaces latérales recouvrant la partie antérieure du troisième ventricule. Mais le nombre de ces observations est trop faible pour permettre une étude statistique .

Sur les 62 dossiers de malade possédant un examen neuro-radiologique de contraste 12 ont été éliminés pour nos études statistiques. En effet 8 examens radiologiques ne permettent pas la lecture précise de la partie postérieure du troisième ventricule et quatre autres n'ont pas été comparés à l'examen échographique car sur ces tracés la reconnaissance des échos du complexe médian est impossible . Il reste donc 50 dossiers possédant chacun un bon cliché neuroradiologique de face visualisant la partie postérieure du troisième ventricule et un échogramme de cette cavité dont les pics sont identifiables .

Nous présenteront nos résultats sur un tableau dans lequel :

- chaque ligne horizontal est consacrée à un même malade
- la première colonne indique les initiales du malade
- la deuxième colonne son âge
- la troisième colonne donne la distance E en mm séparant les échos c et d reconnus comme étant issus de la partie postérieure du 3ème ventricule,

	AGE	E	L	$\frac{L}{E}$	DIAGNOSTIC
A.R.	13 mois	13	13,3	1,02	Syndrome post traumatique
A.H.	46 ans	9	9,2	1,02	Atrophie
A.M.	33 ans	7	7,1	1,01	Névrite optique
A.C.	3è semaine	12	12,5	1,04	Hydrocéphalie
B.J.	19 ans	21	20,8	1,03	Kyste colloïde du IIIème Ventr.
B.M.	56 ans	8	8,3	1,04	Troubles mentaux
B.O.	3 mois 1/2	17	16,6	0,98	Hydrocéphalie
B.T.	6 ans	15	15,4	1,03	Pinéalome
B.Rg.	27 ans	10	9,2	0,92	Kyste colloïde du IIIème Ventr.
B.Rn.	28 ans	11	11,2	1,02	Syndrone post traumatique
B.S.	4 ans	14	12,9	0,92	Tumeur du 4ème ventricule
B.J.	45 ans	12	13,3	1,11	Adenome hypophysaire
C.R.	11 ans	17	17,9	1,05	Tumeur de la fosse postérieure
C.F.	11 ans	13	13,3	1,02	Tumeur du 4ème ventricule
C.J.	13 ans	14	14,5	1,04	Hypertension intra-crânienne
C.M.	18 mois	8	9,1	1,11	Atrophie
C.P.	48 ans	8	8,3	1,04	Traumatisme crânien avec coma
D.G.	6 ans	10	10,8	1,08	Atrophie
D.V.	7 ans	11	11,7	1,06	Tumeur du IIIème ventricule
D.M.	16 ans	10	10	1	contusion, hématome intra opérés
D.P.	14 ans	9	8,4	0,93	Comititalité depuis 1 ans
G.D.	13 ans	14	14,6	1,04	Tumeur du 4ème ventricule
H.B.	16 ans	10	10,8	1,08	Tumeur du cervelet
J.D.	3 ans	8	9,1	1,13	Comititalité. Atrophie
J.P.	11 ans	9	8,7	0,97	Atrophie ?
K.P.	60 ans	8,5	8,3	1,04	?
L.K.	20 mois	12	13,7	1,14	Méningite tuberculeuse
L.P.	4 ans	9	8,3	0,92	Hydrocéphalie

L.M.	4 ans	14	15	1,07	Hypertension intracrânienne
L.J.	3 ans ½	13	15,4	1,18	Tumeur du 4ème ventricule
L.C.	2 ans ½	16	17,5	1,09	Hydrocéphalie
M.A.	8 ans	12	12,5	1,04	Tumeur du tronc cérébral
M.D.	33 ans	11	10,8	0,98	Syndrome post traumatique
M.F.	4 mois	19	20	1,05	Hydrocéphalie
M.J.	10 ans	14	14,6	1,04	Kyste parasitaire du 4ème ventr.
N.J.	32 ans	10	10,4	1,04	Comitentialité ancienne
N.L.	19 ans	9,5	10,8	1,14	Comitentialité ancienne
N.C.	13 ans	8,5	9,1	1,07	Comitentialité ancienne
O.F.	14 ans	9,5	10	1,05	Hypertension intracrânienne
P.A.	6 ans ½	13	13,3	1,02	Tumeur du 4ème ventricule
P.F.	6 ans	13	14,1	1,09	Sténose de l'aqueduc
R.O.	64 ans	11	10,7	0,98	Métastase cérébrale ?
R.L.	62 ans	10	11,6	1,16	?
R.O.	2 ans ½	12	12,1	1,01	Tumeur de la fosse postérieure
S.M.	58 ans	9,5	9,6	1,01	?
S.P.	6 ans	9	9,6	1,07	Hypertension intracrânienne
S.M.L.	3 ans	8,5	8,7	1,03	Atrophie post encéphalite
V.E.	8 ans	17	19	1,12	?
V.J.	63 ans	19	20	1,05	Tumeur du cervelet
V.F.	7 ans	9,5	10,4	1,09	Hydrocéphalie

-La quatrième donne la largeur L en (mm) réelle, fournie par les radios de contraste, de cette partie ventriculaire

-La cinquième colonne indique le rapport $\frac{L}{E}$

-La dernière colonne donne un aperçu du diagnostic

INTERPRETATION de TABLEAU

Après la lecture de ce tableau nous remarquons que le rapport $\frac{L}{E}$, qui nous permet de comparer les deux chiffres entre eux, est proche de 1 et qu'il oscille entre deux limites relativement peu éloignées l'une de l'autre (0,92 et 1,18). De plus la moyenne arithmétique "M" des rapports $\frac{L}{E}$ est voisine de 1 :

$$M = \frac{\sum \frac{L}{E}}{50} = \frac{5217}{50} = 1,04$$

Devant ces résultats nous déduisons que pour chaque malade L est très proche de E.

Pour étudier de façon précise la variation du rapport $\frac{L}{E}$ ainsi que sa dispersion nous calculerons l'écart type σ par la formule :

$$\sigma = \sqrt{\sum \frac{(x - \bar{x})^2}{n - 1}}$$

— $(x - \bar{x})$ représente pour chaque cas la différence entre le rapport

$\frac{L}{E}$ et la moyenne M ;

— $n - 1$ est le nombre de degrés de liberté soit 50 - 1

$$\sigma = \sqrt{\sum \frac{(\frac{L}{E} - M)^2}{49}} = \sqrt{\frac{0,1577}{49}} = \sqrt{0,0032} = \pm 0,06$$

et nous pouvons écrire que la dispersion des rapports $\frac{L}{E}$ est faible puisqu'elle se fait entre :

$$1,04 + 0,06 = 1,10$$

$$\text{et } 1,04 - 0,06 = 0,98$$

FIGURE 26

mesure
échographique
en mm

20

15

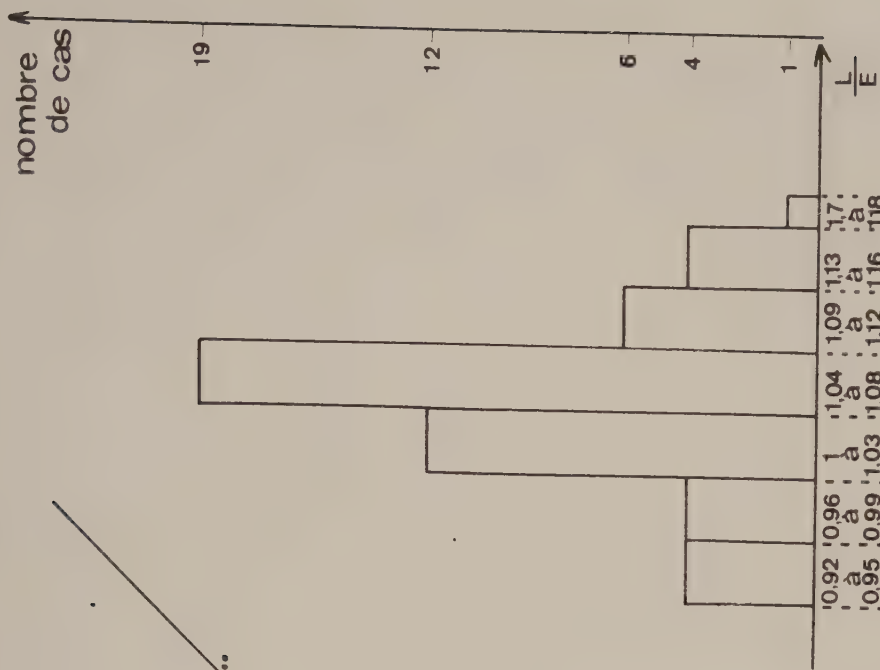
10

10

15

20

mesure radiologique en mm



HISTOGRAMME

Ces deux chiffres L et E peuvent être comparés sur un graphique (Fig. 26) ayant comme abscisse L et comme ordonnée E. On obtient une série de points groupés de part et d'autre, et très proche, de la droite idéale dont la pente est la moyenne arithmétique des rapports soit 1,04 .

Malgré le nombre relativement restreint de malades nous avons pu tracer un histogramme (Fig.26) représentant le nombre de cas dont le rapport $\frac{L}{E}$ se situe entre différentes valeurs . Cet histogramme montre une répartition normale ou gaussienne des rapports.

ERREURS COMMISES SUR LES MESURES DE " L " ET DE " E " .

1° - Un certain nombre d'erreurs peuvent provenir du coefficient d'agrandissement radiologique qui nous a permis de calculer L. Nous avons vu la difficulté de déterminer ce coefficient pour chaque examen radiologique ce qui nous a obligé d'adopter un coefficient moyen de 1,20. Or il est vraisemblable que pour quelques observations ce chiffre de 1,20 soit assez éloigné du coefficient d'agrandissement réel. En effet si les radiologues travaillent habituellement au alentour de 1,20 ils peuvent faire varier leurs appareils de 1,10 à 1,35. Pour les malades qui auraient eu un examen neuroradiologique avec un coefficient voisin de l'une de ces limites L serait un peu différent du chiffre réel. Ce-ci expliquerait:

a) la position éloignée, par rapport à la droite de pente M, de certains points du graphique ;

b) la mauvaise répartition des quelques cas qui se situent aux deux extrémités de l'histogramme.

2° - Sur la lecture de E nous commettons une erreur, appelée incertitude absolue, de $\pm 0,5$ mm et sur les mesures radiologiques la précision est de $\pm 0,5$ mm ce qui nous fait commettre une incertitude absolue sur L de $\frac{0,5}{1,20} = \pm 0,4$ mm. Ces imprécisions expliquent la dispersion et la répartition normale des rapports $\frac{L}{E}$ -

3° - Si L et E sont deux chiffres qui mesurent la même distance la moyenne des rapports $\frac{L}{E}$ devrait être égal à 1 or celle ci est très légèrement supérieure à 1 (M = 1,04). Cette petite différence peut provenir

— soit des causes d'erreurs précédemment envisagées ;

— soit d'une erreur supplémentaire commis sur E car la trace du spot de l'oscilloscope à une épaisseur non négligeable et il est souvent difficile de connaître avec précision de pied d'un écho et il se peut qu'avec notre technique de mesure nous ayons en permanence sous estimé la valeur de E puisque L est en moyenne très légèrement supérieure à E

CONCLUSION

Devant ces résultats nous constatons que L et E mesurent par deux méthodes différentes la même distance car :

- la moyenne des rapports $\frac{L}{E}$ est proche de 1 ;
- la dispersion est faible (entre 0,98 et 1,10) ;
- la répartition des rapports est sensiblement normale,
- les erreurs commises sont faibles et compatibles avec nos résultats statistiques.

Ainsi nous venons de démontrer que les deux pics c et d, les plus éloignés l'un de l'autre, du complexe médian de l'échogramme d'un malade atteint de dilatation des cavités intracérébrales sont issus des surfaces latérale droite et gauche de la partie postérieure du troisième ventricule.

P R I N C I P A L E S C A U S E S D E R R E U R S S U R L A
L E C T U R E D E L ' E C H O G R A M M E D U T R O I S I E M E
V E N T R I C U L E D I L A T E E T S U R S A T E C H N I -
Q U E D ' E N R E G I S T R E M E N T - D I S C U S S I O N S -

Pour étudier la morphologie du complexe médian issu du ventricule dilaté nous avons réuni un certain nombre de tracés sur lesquels les échogrammes de cette cavité avaient toujours le même aspect. Par la suite en analysant les autres enregistrements nous avons constaté la présence de plusieurs difficultés :

- A) Complexe médian constitué par deux échos isolés ;
- B) Echos supplémentaires provenant des structures médianes autres que le troisième ventricule
- C) Echos supplémentaires provenant des structures para-médianes ;
 - 1) Citerne circumpédonculaire ;
 - 2) Ventricules latéraux.

A- Complexe médian constitué par deux échos isolés.

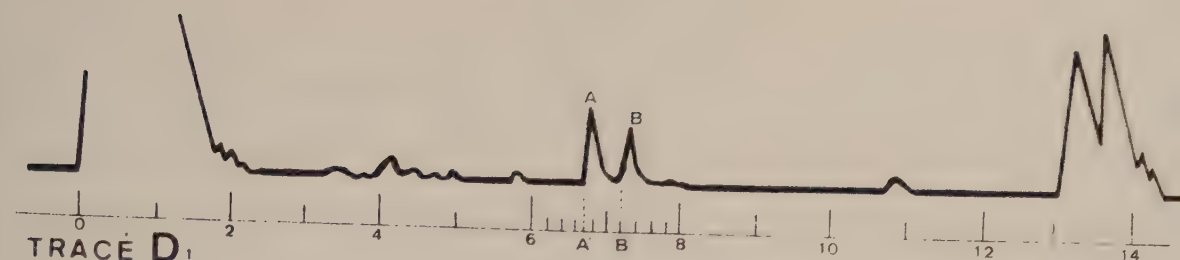
Nous allons envisager les erreurs que l'on peut commettre sur la lecture des tracés dont l'échogramme du troisième ventricule est représenté par deux échos isolés.

Nous avons vu que chez certains malades en plaçant la sonde en avant sur la région temporale le complexe médian est constitué par deux échos rapprochés l'un de l'autre :

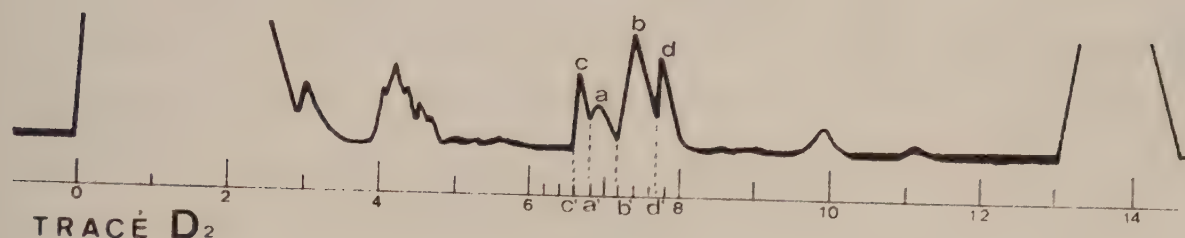
Enfant D.V. 7 ans atteint d'un crâniopharygiome (Fig. 27).

Nous observons que sur le tracé D_1 la distance $A' B'$ qui sépare les deux échos A et B (5mm) est faible par rapport à la largeur du troisième ventricule (11,7mm). Par contre en déplaçant la sonde vers l'arrière nous obtenons le tracé D_2 qui montre la présence de quatre pics a, b, c, d. La distance $c' d'$ séparant les échos c et d est de 11mm ce qui correspond à la largeur de la partie postérieure du troisième ventricule. Les points a' et b' pieds des échos a et b du tracé D_2 se projettent sur les mêmes graduations de la grille que les points A' et B' , origines des échos A et B sur D_1 , ce qui nous permet de dire que les échos A et B sont issus des parois qui provoquent également les échos a et b. Les déflexions A et B proviennent donc des surfaces latérales droite et gauche de la partie antérieure du ventricule moyen. En reprenant les conditions techniques on se rend compte que l'obtention des deux échos isolés, A et B, sur le tracé D_1 a été facilité parce que la technicienne a utilisé une sonde de petit diamètre et qu'elle a réduit la puissance comme le montre l'aspect de l'écho initial et des échos latéraux peu amples.

L'observation de l'enfant L.J. (Fig. 28) âgé de 3 ans 1/2 (médulloblastome du quatrième ventricule) nous montrera un exemple d'écho médian bifide provenant de la partie postérieure du troisième ventricule. Nous voyons que sur l'enregistrement pris à droite (D) le complexe médian est composé de deux échos, A et B, et que leur pied, A' et B' , correspondent aux pieds, d' et c' des échos d et c de l'enregistrement pris à gauche (G). Ainsi en comparant les tracés D et G avec le lipiodol qui donne $L = 15,4$ nous pouvons dire que les échos A et B sont issus des parois latérales de la partie postérieure du ventricule moyen. La présence de la déflexion médiane "m" sera expliquée plus loin.



Sonde en avant sur la
region temporale droite



Sonde plus postérieure

FIGURE 27

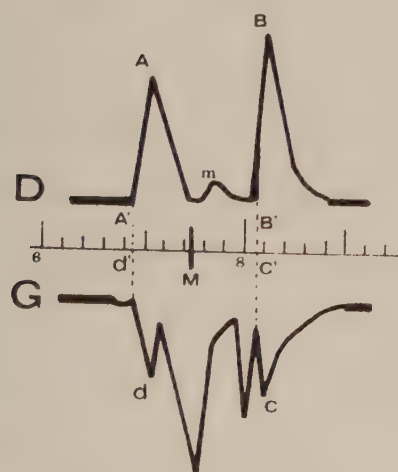


FIGURE 28

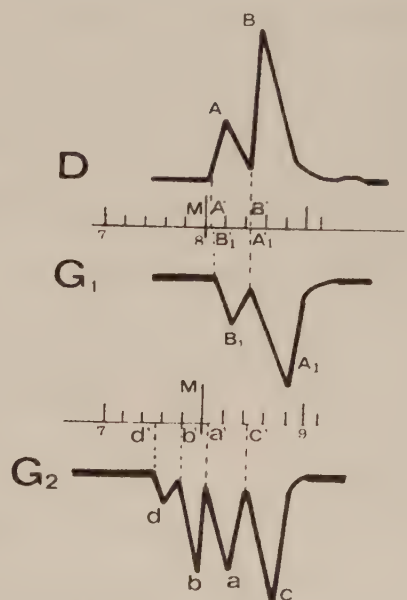


FIGURE 29

Il est possible de commettre des erreurs en sélectionnant malencontreusement , au cours de la manipulation, deux échos qui proviennent de la même paroi latérale du troisième ventricule. Nous illustrons cette éventualité en reproduisant (Fig. 29) l'observation de l'enfant O.F. âgé de 14 ans, qui montre que sur un même dossier en comparant plusieurs tracés échographiques on peut retrouver les différentes surfaces du ventricule responsables des échos des complexes médians incomplets. Les deux tracés enregistrés à droite (D) et à gauche (G_1) montrent des échos médians bifides et symétriques par rapport à l'échelle de la grille ce qui laisse supposer que les structures médianes sont en place. En fait le point M, plan médian théorique, n'est pas au centre de ces deux échos sur chaque enregistrement et de plus sur le tracé D le point M est à droite du complexe médian alors que sur le tracé G_1 il est à gauche. Une même structure ne pouvant pas être placée tantôt à droite, tantôt à gauche du point M, les échos A B du tracé D et $A_1 B_2$ du tracé G_1 proviennent de structures différentes. L'explication est apportée par l'enregistrement G_2 pris dans d'autres conditions. Sur G_2 le complexe médian est quadrifide, le point M est le centre de symétrie de ses déflexions et les échos c et d sont issus des parois latérales de la partie postérieure du troisième ventricule (vérifié par un lipiodol intraventriculaire), on en déduit que les échos a et b proviennent des parois antérieures. Or en comparant les tracés D et G_1 à l'enregistrement G_2 on constate que les points $A' B'_1$ et a' sont confondus sur l'échelle graduée et de même pour les points $B' A'_1$ et c'. Ce-ci démontre que sur le tracé G_1 les échos A_1 et B_1 sont issus respectivement des parties postérieures et antérieures de la paroi latérale droite du troisième ventricule et par déduction sur le tracé D_1 , les

échos A et B sont issus de la paroi gauche.

Les deux pics isolés de l'écho médian peuvent, sur plusieurs enregistrements, provenir de parois différentes. Et il est possible d'obtenir des aspects multiples de l'échogramme du troisième ventricule dilaté lorsque l'on cherche systématiquement à isoler deux de ses échos. Ce qui risque de faire commettre des erreurs quant à l'interprétation de tels enregistrements.

Les échogrammes du ventricule moyen de l'enfant B.O., 3 ans 1/2 (Fig.30) (hydrocéphalie non communicante) mettent en évidence un complexe médian constitué par deux échos isolés très amples à côté de deux autres petites déflexions que l'on pourrait négliger.

En considérant uniquement les échos b et d de l'enregistrement E et les échos b_1 et c_1 du tracé G on constate que les structures médianes sont en place $\left(\frac{(b - b_1)}{2} = 1,5 \text{ mm} \right)$ ce qui est dans les limites du normal) et que la distance $b' c'$ (8,5 mm) entre les échos b et c est supérieure à la largeur normale du troisième ventricule ce qui évoque une dilatation ventriculaire. Mais les échos b, et c, ne peuvent pas provenir des parois postérieures droite et gauche du troisième ventricule car le lipiodol montre que cette cavité a une largeur de 16,6 mm. Par contre en considérant les petites déflexions a et c du tracé D et a_1 et d_1 de celui de G on retrouve un complexe médian quadrifide dont M est le centre symétrique. D'autre part les points c', a', b', d' , de l'enregistrement D se situent respectivement en face des points d_1', b_1', a_1' et c_1' de l'enregistrement G. Ainsi les distances $c' d'$ et $d_1' c_1'$ sont égales et mesurent 17 mm ce qui correspond à la largeur réelle de la partie postérieure du troisième ventricule. Dès lors nous pouvons dire que sur

le tracé G les échos b_1 et c_1 sont issus de la partie antérieure de la paroi latérale gauche (écho b_1) et de la partie postérieure de la paroi opposée (écho c_1), tandis que sur le tracé D l'écho b provient de la partie antérieure de la paroi gauche et d de la partie postérieure de cette même paroi.

Ainsi nous venons de démontrer que des artifices techniques permettent d'obtenir un échogramme du troisième ventricule dilaté constituée par deux pics (réduction de la puissance, filtres, sonde de petit diamètre dont la position est choisie pour isoler ces deux échos). Mais souvent on retrouve sur ces enregistrements des petites déflexions qui correspondent aux échos que l'on a essayés d'éliminer. Sur les seuls tracés où de tels échos médians sont bifides on ne peut pas avoir de certitude quant aux surfaces ventriculaires qui sont responsables de ces deux échos (sans l'aide de l'encéphalographie gazeuse). Par contre cette reconnaissance devient évidente lorsque le complexe médian est complet et constitué par quatre échos distincts. Et la distance qui sépare les deux échos les plus éloignés l'un de l'autre nous donnera avec certitude, la largeur réelle de la partie postérieure du troisième ventricule puisque les quatre surfaces de cette cavité sont ici visualisées.

Nous constatons également qu'il est très difficile, sans artifice technique, de n'enregistrer que deux échos de cette structure médiane. En effet il est impossible de focaliser le faisceau ultrasonore sur des surfaces aussi petites que celles qui limitent la partie postérieure ou antérieure du ventricule moyen. La longueur de cette cavité normale est d'environ de 2,5 cm et lorsqu'elle est dilatée nous avons remarqué sur les clichés de profil que cette longueur pouvait doubler. Or en utilisant une sonde de 24 mm toute la surface du ventricule est

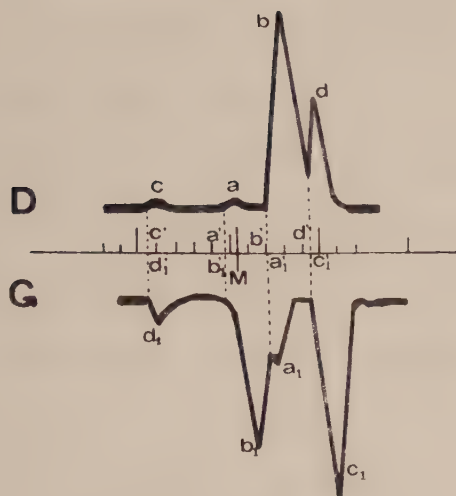


FIGURE 30

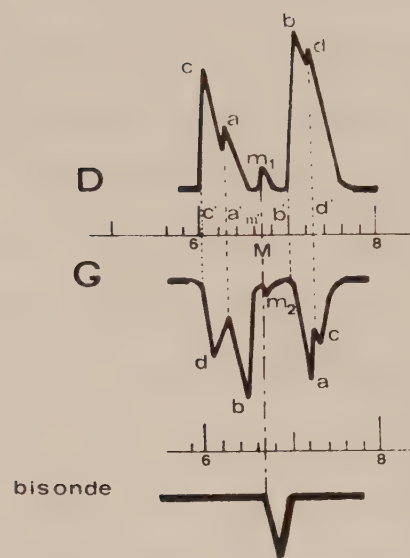


FIGURE 31

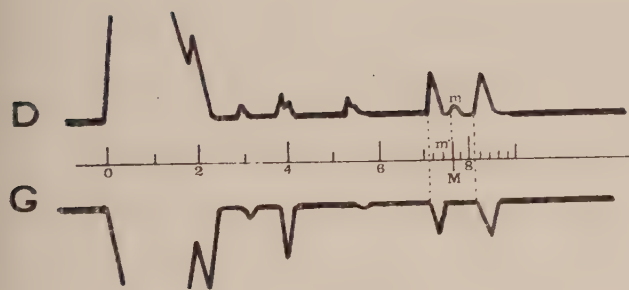


FIGURE 32

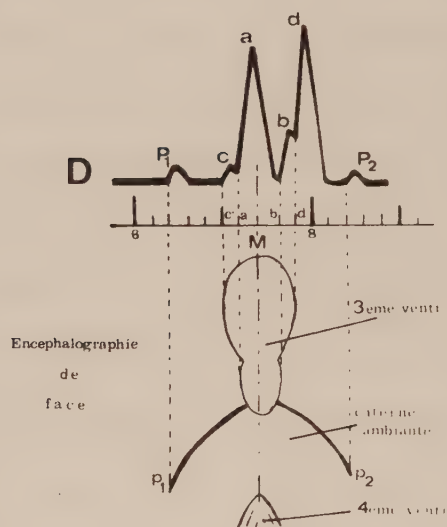


FIGURE 33

explorée car le faisceau diverge légèrement et de plus la réfraction et la diffraction (très importantes au niveau de l'os) augmentent encore cette dispersion des rayons ultrasonores. Ce qui explique que même avec une sonde de petit diamètre (10 mm) explorant avec le maximum d'efficacité les parois postérieures du ventricule on peut recevoir les deux échos provenant de la partie antérieure de cette cavité (et même des échos issus d'autres structures, plus éloignées, que nous étudierons dans les paragraphes suivants).

Au début de notre travail, lorsque nous admettions que le complexe médian se composait uniquement de deux échos, nous avons toujours constaté la présence d'une dilatation ventriculaire, sur les examens radiologiques, chez les malades dont ces deux échos sont séparés par une distance qui est supérieure à la largeur normale de la partie postérieure du troisième ventricule. En isolant deux échos du complexe médian et quelque soit les surfaces du troisième ventricule qui les ont réfléchis la distance qui sépare ces deux pics est toujours inférieure, au plus égale, à la largeur maximale de cette cavité. En effet les deux échos issus des parois postérieures sont situées aux extrémités du complexe médian et entre eux s'élèvent les deux autres échos issus des parois antérieures. On ne pouvait donc que sous estimer la largeur maximale de ce ventricule. Nous comprenons facilement pourquoi les mesures échographique et radiologique étaient différentes et que la première étaient généralement inférieure à la seconde.

B- Echos supplémentaires provenant des structures médianes autres que le troisième ventricule.

Nous avons décrit jusqu'à maintenant le complexe médian comme une entité bien individualisée et ne correspondant qu'au troisième ventricule. En fait au voisinage de cette cavité, et situées sur le plan médian sagittal, se trouvent des interfaces qui sont capables de réfléchir les ultrasons. Or une sonde placée sur la région temporale, afin d'explorer les différentes parois du troisième ventricule pourra recevoir en raison de la divergence des rayons ultrasonores, des échos issus de certaines surfaces médianes n'appartenant pas au ventricule moyen .

Trois structures médianes sont en cause :

- L'épiphyse
- Le septum
- La scissure interhémisphérique.

Nous les étudierons ensemble, car leur caractère commun étant d'être sur le plan médian, les échos qu'elles provoquent sont toujours situés très près du point M (ou en cas de déplacement des structures médianes leur écho est situé par rapport à ce point médian théorique M du côté du déplacement et à une distance égale à celui-ci .)

Echoencéphalogramme (Fig. 31) de l'enfant M.A. âgée de 8 ans et qui présente un syndrome neurologique en rapport avec une tumeur du tronc cérébral.

Ces deux complexes médians du troisième ventricule de cette enfant enregistré sur la région temporale droite (D_x) et gauche (G_x) sont constitués chacun par cinq échos :

- d et c sont bien issus des parois postérieures de cette cavité car la largeur de la partie postérieure, donnée par l'encéphalographie, est de 12,5mm et la distance d' c' qui sépare ces échos est de 12 mm.

- a et b sont bien issus des parois antérieures car la largeur de la partie antérieure donnée par le cliché est d'environ 9,5 mm et la distance a' b' est de 9 mm.

- les échos m_1 du tracé D et m_2 du tracé G ne peuvent provenir que d'une structure médiane car leur origine m' est commune et se confond avec le point M

Echoencéphalogramme de Mr D.M. qui a eu un traumatisme crânien avec une contusion cérébrale reproduit figure 32. Sur ces tracés, où chaque complexe médian est bifide en rapport avec une réduction de la puissance (diminution de l'amplitude de tous les échos), il apparaît sur le tracé D une petite déflexion m non visible sur l'enregistrement G. L'origine m', de l'écho m, est confondu avec M ce qui démontre que la source de cet écho m est une structure placée strictement sur le plan médian. Ainsi il est facile de ne pas confondre m avec un des échos provenant des parois du troisième ventricule.

Les échos issus des structures médianes autre que les surfaces du troisième ventricule peuvent donc s'élever au milieu du complexe médian et s'ajouter aux échos provenant du ventricule moyen. Mais ils sont facilement identifiables car ils se caractérisent par :

a) une seule déflexion de faible amplitude ;

b) leur origine est le centre de symétrie des quatre échos du troisième ventricule ;

et lorsque les structures médianes sont en place (cas le plus fréquent dans les dilatations ventriculaires)

c) leur origine est strictement sur le plan médian théorique M .

En cas de déplacement de la ligne médiane l'écho provenant de l'épiphyse ou du septum suit le déplacement et il suffit de faire subir

une translation à cet écho avec un vecteur égal et de sens contraire au déplacement pour retrouver la condition c).

Pour la scissure interhémisphérique il semble peu probable qu'on puisse enregistrer son écho en explorant le troisième ventricule en raison de sa position très élevée par rapport à la sonde. Mai en cas de déplacement l'éventuel écho des surfaces de cette structure pose deux problèmes :

1°- Il s'élèvera sur le tracé toujours à partir du point M car la scissure interhémisphérique ne suit pas les déplacements, sa position médiane étant fixée par la faux du cerveau qui est rigide.

2°- Un processus expansif peut déformer les surfaces de la scissure et lui permettre ainsi de réfléchir correctement les ultrasons sur une sonde placée sur la région temporale

Dans de tel cas l'écho de la scissure interhémisphérique peut déborder le complexe médian déplacé et être pris pour un des échos issus de la partie postérieure du troisième ventricule donnant ainsi de fausses indications sur la largeur maximale de cette cavité.

Il faut noter que sur l'échogramme d'un troisième ventricule normal l'écho unique provenant de ces surfaces médianes n'est pas visualisé car l'osilloscope enregistre encore l'écho de la première paroi ventriculaire (spot très élevé au dessus de la ligne de base) lorsque survient sur la sonde cet écho médian supplémentaire de faible amplitude.

En résumé un écho médian supplémentaire peu s'élever au milieu des qutres déflexions issues des parois du troisième ventricule dilaté et qu'en général cet écho est facilement identifiable en raison de sa situation particulière par rapport au plan médian théorique M . Lorsque les structures médianes sont déplacées (très rare dans les dilatations

ventriculaires) il faudra se méfier de tout écho, considéré comme issu d'une paroi postérieure du ventricule, qui s'élèverait à partir du point M.

C-Echos supplémentaires provenant des structures para-médianes

1°) - Citerne circumpédonculaire ou ambiante

Cette citerne contourne les pédoncules cérébraux et ses surfaces latérales peuvent réfléchir les ultrasons. Les échos qu'elles provoquent sont appelés "échos para-médians". En plaçant la sonde sur la région temporale, au dessus et en arrière du conduit auditif la présence de ces échos ne peut s'expliquer que par l'importance du phénomène de divergence des rayons ultrasonores à travers le crâne.

(Nous n'étudierons pas le quatrième ventricule car il est plus postérieur et plus bas situé et, lorsque la sonde explore sur la région temporale la partie postérieure du troisième ventricule, ses parois semblent mal orientées pour réfléchir les ultrasons vers la sonde.)

L'observation de Mme B.M. âgée de 56 ans, reproduit sur la figure 33, qui a été hospitalisé pour des troubles mentaux donne un exemple d'échos issus de la citerne ambiante. Sur ce tracé le complexe médian est facilement identifiable par ces quatre échos a,b,c,d, et l'encéphalographie vérifie les surfaces ventriculaires qui les ont réfléchis.

-c' d' = 8mm et d'après l'encéphalographie L = 8,3 mm

-a' b' = 4,5mm et d'après les clichés la largeur de la partie antérieure du troisième ventricule mesure 4,5 mm.

-M est le centre de symétrie de ces quatre échos pris deux à deux.

Les échos para-médians P_1 et P_2 ne font pas partie du complexe médian et la distance qui les sépare correspond vraisemblablement

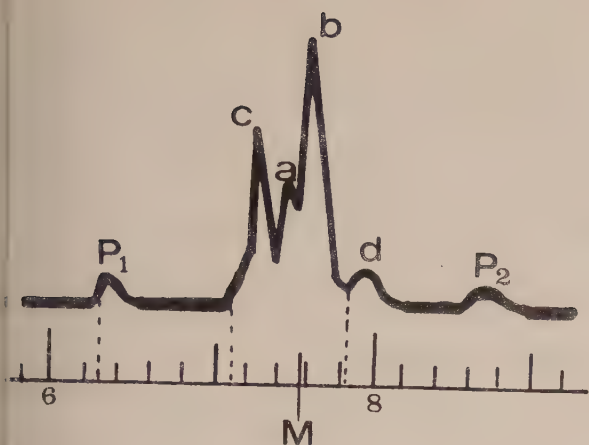


FIGURE 34

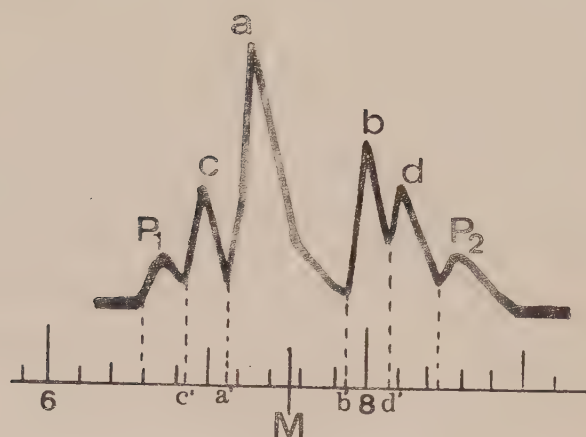


FIGURE 35

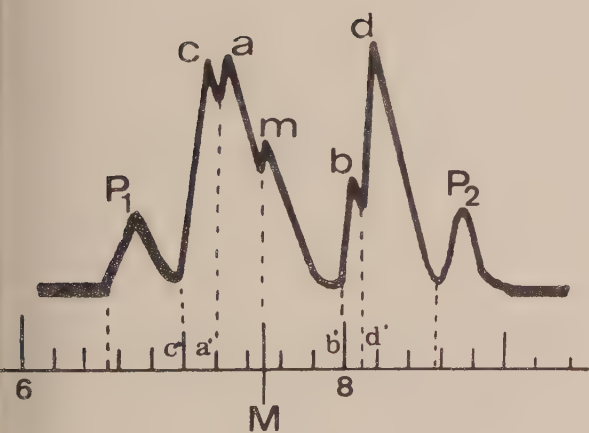


FIGURE 36

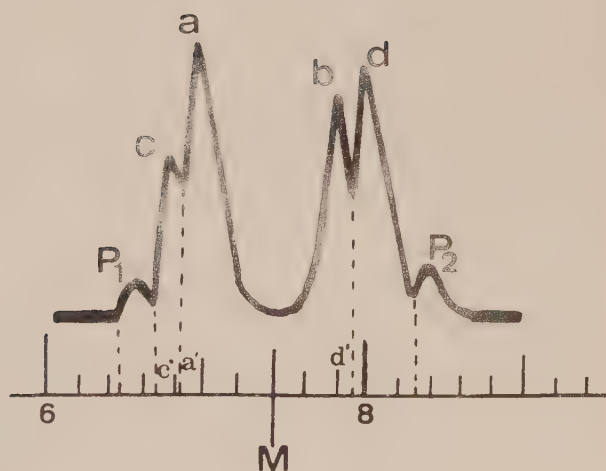


FIGURE 37

sur les radios à la distance p_1 p_2 . Nous remarquons que les échos P_1 et P_2 sont correctement symétriques par rapport à M. Il est donc très probable que ces échos, fréquemment rencontrés sur les tracés échographiques, proviennent des parois de la citerne ambiante.

Le même raisonnement peut être fait sur l'échogramme (Fig.34) de M^rA.M. qui présente une atrophie optique bilatérale.

Sur les trois tracés suivant les échos para-médians sont accolés au complexe ventriculaire (echoencéphalogramme de l'enfant L.J. 3 ans 1/2 de la figure 35, echoencéphalogramme de M^rM.D. 39 ans reproduit figure 36 et l'échoencéphalogramme de l'enfant P.F. 6ans de la figure 37). Sur ces différents tracés les échos P_1 et P_2 sont mêlés au complexe médian et il faut lire attentivement les enregistrements pour les identifier :

- P_1 et P_2 sont rigoureusement symétriques par rapport à M ;
- Leur amplitude est très faible ;
- Tous les échos du troisième ventricule sont présents (a,b,c,d,) et leur origine c' et a' sont respectivement symétriques à d' et b' par rapport à M.

D'autre part l'encéphalographie permet de vérifier l'égalité pour chaque malade, de la distance c' d' avec la largeur de la partie postérieure du troisième ventricule (voir le tableau des résultats).

En résumé les échos para-médians, vraisemblablement issus des surfaces latérales de la citerne circumpédonculaire, s'identifient habituellement sans difficulté car :

- Leur amplitude est faible ;
- ils sont très éloignés l'un de l'autre (si le troisième ventricule n'est pas trop large il se détache franchement du complexe médian ;

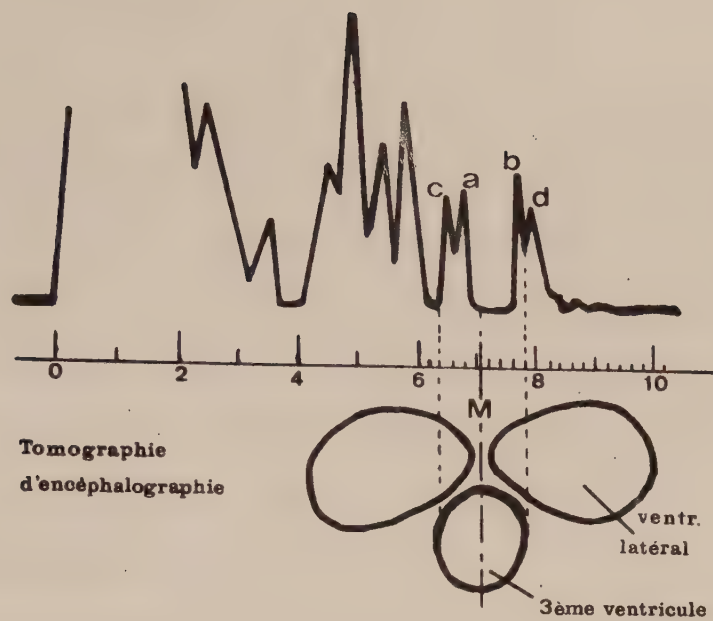


FIGURE 38



FIGURE 39

-ils sont rigoureusement symétriques par rapport à M.

Et la confusion de ces échos avec un ou deux échos du complexe médian (constitué par l'échogramme du troisième ventricule), n'est possible que lorsque cette cavité est très élargie. Encore que dans un tel cas on observerait plus de quatre déflexions dans le complexe médian ce qui serait très suspect et ferait pratiquer plusieurs enregistrements pris dans des conditions légèrement différentes afin de lever les doutes.

2°) - Ventricules latéraux

Nous avons vu que les ventricules latéraux normaux réfléchissent incorrectement les ultrasons vers la sonde en raison de la forme irrégulière de ses parois. Par contre en cas de dilatation ventriculaire les surfaces de ces cavités tendent à devenir parallèle au plan osseux permettant ainsi à la sonde, placée sur la région temporale, de recevoir dans de bonnes conditions les échos issus des parois des ventricules latéraux ; observation de l'enfant C.J. âgé de 13 ans reproduit figure 38 ; observation de M.B.Rg. 27 ans reproduit figure 39 .

Nous constatons que les échos latéraux s'identifient facilement car ils sont très amples, polyfides et leur origine s'élève à une certaine distance du complexe ventriculaire.

CONCLUSION

Les principales causes d'erreurs sur l'interprétation de l'échogramme du troisième ventricule dilaté sont plus en rapport avec la technique d'enregistrement qu'avec la présence d'échos issus de structures voisines. Et c'est essentiellement lorsque le complexe médian est amputé d'un ou de deux de ces échos que l'on risque de commettre des erreurs sur

la mesure de la largeur de la partie postérieure de cette cavité dilatée.

En conclusion les erreurs dues à la lecture sur le complexe médian quadrifide sont rares sauf en cas de dilatation ventriculaire importante car les échos issus des parois postérieures se rapprochent des échos para-médians et latéraux encore que dans ce dernier cas l'aspect très élargi du complexe médian permet de soulever voir d'affirmer le diagnostic échographique de dilatation ventriculaire.

En rapport avec ces différentes causes d'erreurs il serait souhaitable de réunir certaines conditions pour obtenir un bon échogramme du troisième ventricule dilaté afin de mesurer la largeur de sa partie postérieure.

1°) - Il faut un bon oscilloscope ayant une trace très fine et très lumineuse

2°) - Un échographe très sensible car dès la réception d'un écho par la sonde le spot doit s'élever immédiatement puis revenir rapidement sur la ligne de base (afin d'être disponible le plus tôt possible pour visualiser un futur écho issu d'une surface très proche de la précédente).

3°) - La sonde émettrice receptrice doit être suffisamment large (diamètre d'environ 15mm) pour explorer correctement toutes l'étendue des surfaces latérales du troisième ventricule.

4°) - Il faut obtenir un complexe médian constitué par quatre échos.

5°) - Photographier plusieurs tracés pour les comparer entre eux.

P R E S E N T A T I O N des D O S S I E R S dans L E S Q U E L S
les C O M P A R A I S O N entre les D O N N E E S E C H O G R A -
P H I Q U E S et R A D I O L O G I Q U E S ne S O N T pas R E A -
L I S A B L E S - D I S C U S S I O N S -

Huit dossiers échographiques ont été systématiquement éliminés car l'examen neuroradiologique, correspondant à chacun d'entre eux , ne visualise pas correctement la partie postérieure du troisième ventricule. Il s'agit essentiellement de mauvais remplissage aérique de cette cavité et de superposition de ses parois latérales avec d'autres images aériques.

Par contre quatre dossiers échographique n'ont pas été comparé statistiquement aux données radiologiques, malgré l'excellente qualité des clichés, car les complexes médians de ces enregistrements ne nous permettent pas de reconnaître avec certitude les échos issus des différentes surfaces du troisième ventricule. Toutefois ces dossiers ont été sélectionné avant de connaître les résultats des examens radiologiques car la complexité et la forme inhabituelle des échos médians sont très évocatrices de dilatation ventriculaire.

Nous allons présenter et discuter les tracés échographiques de ces malades :

L'observation de Mme D.L. âgée de 58 ans, reproduit figure 40, à été sélectionné sur les critères suivants :

-Les distances A'B' (qui sépare les échos A et B du tracé D) et C'H' (qui sépare les échos C et H du tracé G) sont chacune supérieure à la largeur normale de la partie postérieure du troisième ventricule .

P R E S E N T A T I O N des D O S S I E R S dans L E S Q U E L S
les C O M P A R A I S O N entre les D O N N E E S E C H O G R A -
P H I Q U E S et R A D I O L O G I Q U E S ne S O N T pas R E A -
L I S A B L E S - D I S C U S S I O N S .

Huit dossiers échographiques ont été systématiquement éliminés car l'examen neuroradiologique, correspondant à chacun d'entre eux , ne visualise pas correctement la partie postérieure du troisième ventricule. Il s'agit essentiellement de mauvais remplissage aérique de cette cavité et de superposition de ses parois latérales avec d'autres images aériques.

Par contre quatre dossiers échographique n'ont pas été comparé statistiquement aux données radiologiques, malgré l'excellente qualité des clichés, car les complexes médians de ces enregistrements ne nous permettent pas de reconnaître avec certitude les échos issus des différentes surfaces du troisième ventricule. Toutefois ces dossiers ont été sélectionné avant de connaître les résultats des examens radiologiques car la complexité et la forme inhabituelle des échos médians sont très évocatrices de dilatation ventriculaire.

Nous allons présenter et discuter les tracés échographiques de ces malades :

L'observation de Mme D.L. âgée de 58 ans, reproduit figure 40, a été sélectionné sur les critères suivants :

-Les distances A'B' (qui sépare les échos A et B du tracé D) et C'H' (qui sépare les échos C et H du tracé G) sont chacune supérieure à la largeur normale de la partie postérieure du troisième ventricule .

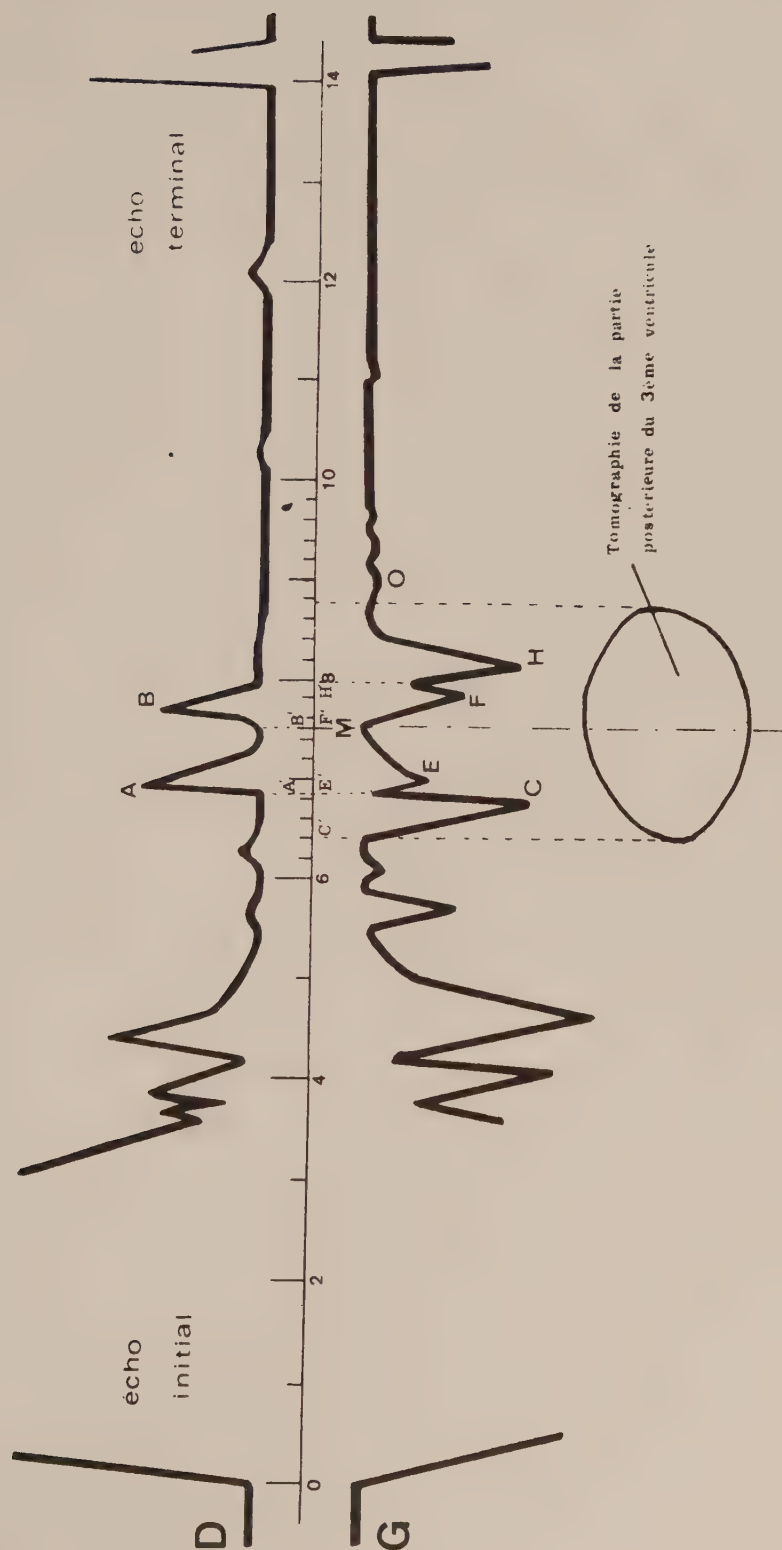


FIGURE 40

- aspect inhabituel du complexe médian du tracé G. qui est constitué par plus de deux échos.

Mais les données échographiques de cet enregistrement ne figurent pas dans notre étude statistique en raison des nombreux problèmes que soulèvent l'analyse du complexe médian.

a-) La distance $A' B'$ (7 mm) entre les échos A et B du tracé D_r est supérieure à la distance $C' H'$ (14 mm) entre les échos les plus éloignés, C et H, du complexe médian du tracé G_r. D'où une première supposition : les échos A et B sur le tracé D et les deux échos E et F sur le tracé G seraient issus des surfaces latérales de la partie antérieure du troisième ventricule vérifié par l'égalité $A' B' = E' F' = 7$ mm, tandis que les échos C et H sur le tracé G proviendraient des surfaces latérales de la partie postérieure.

b-) Le point médian théorique (M), sur le tracé G, est à droite du centre de symétrie des échos C et H. En admettant la supposition précédente ceci ne peut s'expliquer que par un déplacement des structures médianes vers la gauche. Mais le tracé K. évoquerait un déplacement vers la droite puisque le point M est à gauche du centre de symétrie des échos A et B supposés provenir de la partie antérieure. Ces deux déplacements étant contradictoires la supposition que nous avons faite, quant aux surfaces responsables des échos médians des deux tracés, s'avère donc fausse.

c-) Nous ferons donc une deuxième supposition qui concernera uniquement les échos A et B du tracé D. : l'écho B proviendrait de la surface latérale droite recouvrant la partie antérieure du troisième ventricule tandis que l'écho A serait issu de la même surface latérale mais dans sa partie postérieure. En effet cela donnerait un léger déplacement des structures médianes vers la gauche sur ce tracé D. (puisque B s'élève à partie

de M) ce qui correspondrait au déplacement vers la gauche observé sur le tracé G . Mais sur les deux tracés les deux distances A' B' et H' F' correspondantes ne sont pas égales ce qui rend inexact notre deuxième supposition.

d-) En raison des données du complexe médian sur chaque tracé et de la position du point médian théorique M nous ne pouvons faire aucune autre supposition quant aux surfaces ventriculaires qui seraient responsables des échos A,B, et C,E,F,H.

Ainsi après une étude détaillée nous pouvons dire que sur ces deux échogrammes il est impossible de préciser les surfaces qui sont responsables des différents échos des deux complexes médians.

Nous allons reprendre l'analyse de cet enregistrement en le comparant aux données de l'examen radiologique.

Les tomographies de l'encéphalographie montrent qu'il n'y a pas de déplacement des structures médianes et que la largeur de la partie postérieure du troisième ventricule L est égale à 22 mm. Nous remarquons que les échos B du tracé D et F du tracé G s'élèvent à partir du point M, ils proviennent donc d'une structure médiane telle que l'épiphyse, le septum ou la faux (voir le paragraphe précédent) . Nous abandonnerons le tracé D qui ne montre qu'un écho issu du ventricule moyen.

Quant au tracé G il est possible de l'analyser de la façon suivante. Le point M doit être le centre de symétrie des deux échos issus des parois postérieures il est donc séparé de chacun de ces échos par une distance égale à $\frac{L}{2}$ soit 11 mm . Or la distance qui sépare l'écho C du point M (C'M) est égale à 11 mm et à droite du point M et à environ 11 mm de celui ci se trouvent des petites oscillations O.

Il est donc vraisemblable que l'écho C est issu de la paroi postérieure gauche du ventricule moyen et qu'au niveau des petites oscillations O se trouve l'écho de la paroi postérieure droite. Par déduction les échos E et H proviennent de la partie antérieure .

Il est possible que l'aspect des échogrammes de ce troisième ventricule soit en rapport avec sa forme particulière . Ses parois latérales, ayant une courbure très prononcée, elles divergent les rayons réfléchis à tel point que la sonde ne reçoit qu'une très faible partie de l'énergie ultrasonore ainsi réfléchit.

Les conditions techniques d'enregistrement (nos travaux étaient ultérieurs à la date de l'examen) s'associant à la morphologie anatomique particulière du troisième ventricule de ce malade semblent responsables de ces tracés échographiques ininterprétables.

L'aspect du complexe médian du tracé G de la figure 41 (Observation de l'enfant F.B. âgé de 12 ans qui présente un syndrome d'hypertension intracrânienne en rapport avec une hydrocéphalie) enregistré avec la sonde sur la région temporale gauche, est inhabituel et la distance qui sépare les échos les plus éloignés (C et H) est supérieure à la largeur normale de la partie postérieure du troisième ventricule. Ces données évoquent le diagnostic de dilatation ventriculaire.

Cependant nous avons abandonné cet enregistrement échographique pour les raisons suivantes.

- Sur le tracé D le point M est à droite des échos A et B ce qui prouve que les deux surfaces responsables de ces échos sont situées à gauche du plan médian du cerveau. D'où deux possibilités :

1 - soit il n'y a pas de déplacement des structures médianes et

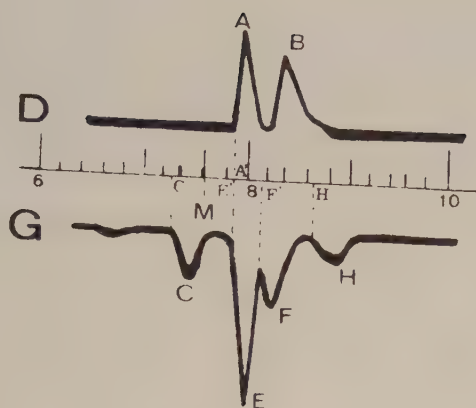


FIGURE 41

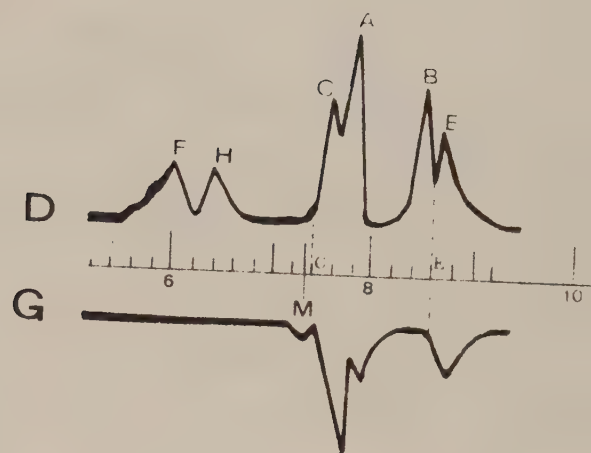


FIGURE 42

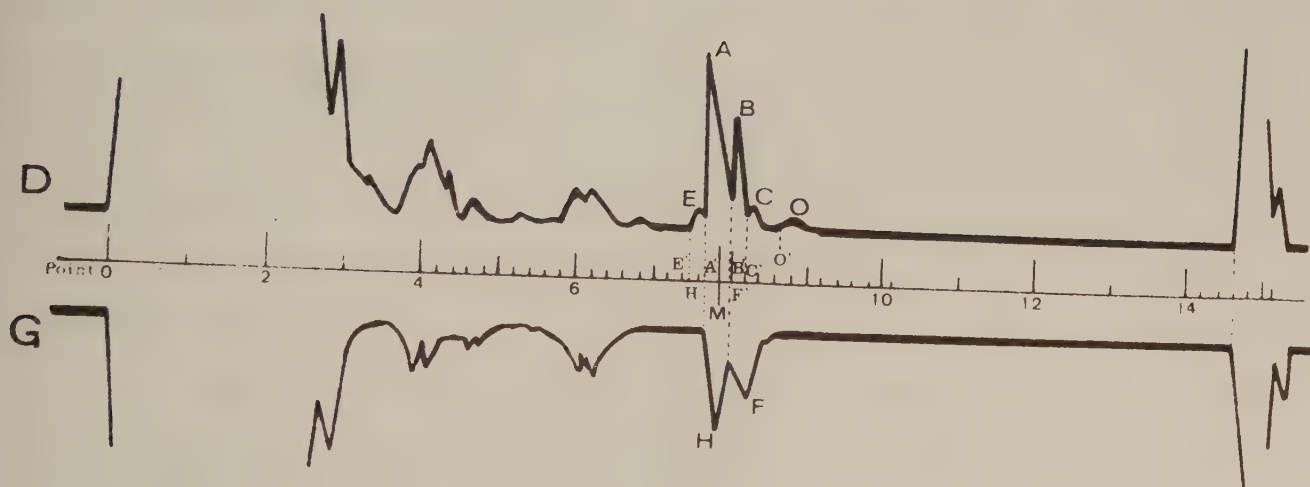


FIGURE 43

les échos A et B devraient provenir de la partie antérieure (A) et de la partie postérieure (B) de la paroi latérale gauche, puisque l'origine A' de l'écho A est proche de M .

2- Où bien il y a un déplacement vers la gauche des structures médianes et quelque soit les surfaces du troisième ventricule qui seraient responsables des échos A et B, en dehors du cas envisagé dans la première solution.

- Sur le tracé G le point M est à gauche du centre de symétrie des échos C et H . Si ces deux échos étaient supposés provenir des parois postérieures du ventricule les structures médianes devraient être déplacées vers la droite.

Or les deux seules solutions envisageable sur le tracé D sont incompatibles avec le déplacement observé sur le tracé G en considérant les échos C et H issus des parois postérieure du ventricule.

Devant un tel résultat nous ne pouvons pas sans risque de commettre des erreurs, interpreter les différents échos des complexes ventriculaires de ces deux tracés.

Nous pourrions ne pas tenir compte de l'enregistrement D et interpreter le complexe médian du tracé G de la façon suivante :

- Il est constitué par quatre échos issus des surfaces latérales du troisième ventricule ;

- Les échos C et H sont issus des parois postérieures et la distance C'H' qui les sépare correspond à la largeur de la partie postérieure de cette cavité et mesure 14 mm ;

- Les échos E et F sont issus des parois antérieures ;

- Ce ventricule est déplacé vers la droite.

Or l'encéphalographie gazeuse montre que le troisième ventricule est en place et que la largeur de sa partie postérieure mesure 11 mm.

Ces résultats formels ne s'accordent en aucune façon avec l'interprétation des quatre échos du complexe médian en supposant les échos C et H provenir des parois postérieures, exception faite du diagnostic de dilatation ventriculaire évoqué devant l'aspect particulier de ce complexe médian.

Les deux échos de la paroi postérieure doivent se trouver à $\frac{L}{2} = 5,5$ mm du point M. Ainsi nous constatons sur le tracé D l'absence des deux échos de la paroi latérale droite alors que le tracé G : l'écho H étant à 10 mm du point M ne peut provenir que d'une structure paramédiane ; les échos E et C sont issus de la partie antérieure du ventricule ; l'écho F provient de la surface latérale recouvrant la partie postérieure tandis que l'écho de la surface opposé est absent.

La technique de recherche du complexe médian l'appareillage non adapté et la morphologie anatomique du troisième ventricule semblent , encore pour cette observation, responsable de l'impossibilité d'interpréter valablement l'échogramme de cette cavité

La troisième observation concerne l'enfant G.S. âgée de 1 ans (Fig. 42) ayant une sténose de l'Aqueduc de Sylvius. Sur le tracé D le complexe médian semble être constitué par les quatres échos A, B, C et E en raison de leur groupement caractéristique évoquant l'échogramme d'un troisième ventricule dilaté (les échos C et E proviendraient des surfaces recouvrant sa partie postérieure). Sur le tracé G enregistré en plaçant la sonde sur l'autre région temporale, le complexe médian est plus difficilement interprétable.

Sur l'encéphalographie gazeuse les structures médianes sont

en place or le point M est à droite, sur le tracé D , des échos supposés provenir du troisième ventricule. De plus la distance C' E' (12 mm) ne correspond pas à la largeur de la partie postérieure de cette cavité car les clichés montrent que L est égale à 19 mm. Les échos A , B , C et E ne peuvent donc pas tous provenir des surfaces du ventricule.

En connaissant ces résultats radiologiques il est logique de penser que les échos F et H sont issus des surfaces postérieure et antérieure de la paroi latérale droite mais l'empâtement du pied de la déflexion F nous interdit toute mesure précise.

L'observation de Mme D.G. âgée de 56 ans (Fig.43), ne contient pas de documents concernant la position du plan médian théorique (tracé enregistré par le bisonde ou mesure du diamètre bitemporal par un compas). Le diamètre bitemporal est calculé de la façon suivante : on ajoute à la mesure de la distance (effectuée sur l'un des tracés échographiques) qui sépare le point O de l'écho de la table interne de l'os temporal du côté opposé, 10 mm correspondant à l'épaisseur de l'os et du scalp. En divisant ce résultat par deux on connaît approximativement la position du point M sur les tracés.

Sur le tracé D les échos A,B,C et E, par leur groupement caractéristique et leur position par rapport au point M, sont supposés former l'échogramme complet du troisième ventricule . Sur le tracé G les échos H et F ont la même origine que les échos A et B du tracé D. , nous en déduisons que ces échos H et F proviennent des surfaces latérales de la partie postérieure du ventricule. Cette interprétation conduit à considérer que la distance entre les échos C et E du tracé D. (C' E' = 7 mm) représente la largeur de la partie postérieure de cette cavité. Or l'encéphalographie

gazeuse montre que la distance L est égale à 11 mm ce qui est supérieur au donnée de l'échogramme.

La position exact du point M n'étant pas connu (erreur de ± 2 mm environ) il est possible que l'un des échos du complexe médian du tracé D en particulier B, provienne d'une structure médiane autre que le troisième ventricule. Dans ce cas au niveau de la petite oscillation O s'élèverait l'écho de la paroi postérieure gauche car la distance E' O' est à peu près égale à 11 mm .

Cette observation démontre l'importance de la connaissance précise de la position du point médian théorique M.

En R E S U M E dans chacun de ces dossiers l'erreur commise sur la mesure échographique de la largeur de la partie postérieure du troisième ventricule était toujours en rapport avec des tracés sur lesquels nous avons du faire de nombreuses suppositions pour déterminer les surfaces ventriculaires responsables de chaque échos. Pas une seule de ces observations ne possède, au moins sur deux tracés, deux complexes médians qui répondent à tous les éléments de la définition que nous avons proposée, de l'échogramme du troisième ventricule dilaté. Pour retrouver cette définition dans chaque dossier échographique nous avons utilisé certains artifices :

-- Interpréter les échos du complexe médian d'un seul tracé en rejetant les données des autres enregistrements (les radios ont montré que ces interprétations étaient fausses) ;

-- Supposer dans les trois premiers dossiers un déplacement des structures médianes (non retrouvé sur les encéphalographie gazeuse) ;

-- Determiner dans le dernier dossier une position imprécise du plan médian théorique M.

D'autre part ces enregistrements sont antérieurs à nos travaux et l'examen échographique était essentiellement demandé pour étudier la position de la ligne médiane. Il fallait donc mettre en présence, sur deux tracés enregistrés l'un sur la région temporale droite l'autre sur celle de gauche, les échos ayant le même aspect afin de démontrer l'absence ou la présence de déplacement des structures cérébrales . Devant la complexité de l'échogramme du troisième ventricule dilaté cette technique de travail est vraisemblablement responsable de quelques unes des erreurs étudiées précédemment.

Notre définition de l'échogramme du ventricule moyen dilaté ne peut s'appliquer qu'à condition de placer la sonde rigoureusement perpendiculaire au plan sagittal et de vérifier sur tous les tracés analysés que les échos terminaux (correspondant à la table interne de l'os temporal du côté opposé à la sonde) s'élèvent à partir du même point (ces conditions sont également nécessaires pour étudier la position des structures médianes) . Tous les tracés sélectionnés ont été enregistré par Mlle D. Mathurin qui travaille depuis de nombreuses années au laboratoire d'échoencéphalographie de la Pitié et qui possède une parfaite maîtrise quant à la manipulation de la sonde et à la reconnaissance des images même fugaces sur l'écran de l'oscilloscope.

En se rapportant à l'étude des tracés sélectionnés et en particulier à ceux qui ont été l'objet de ce chapitre nous constatons .

1-) Si l'appareillage que nous possédons est très fidèle pour l'échoencéphalographie de la ligne médiane il est par contre moins bien adapté pour l'étude de l'échogramme du troisième ventricule (la trace du spot

est très épaisse et l'image d'un écho n'est pas une déflexion suffisamment rapide et pointue).

2-) Que la connaissance de la position exact du point M, situant sur chaque tracé le plan médian sagittal du cerveau, est fondamentale

3-) L'importance de photographier plusieurs enregistrements chez un malade soupçonné avoir une dilatation des cavités intracrâniennes.

LES INDICATIONS DE L'ECHOENCEPHALO-
GRAPHIQUE DU TROISIEME VENTRICULE
CEREBRAL

L'échoencéphalographie de la ligne médiane est un examen de pratique courante et la validité de ses résultats quant à la position des structures médianes ne fait plus aucun doute. Mais c'est actuellement le seul but de cet exploration ultrasonore. Or la possibilité d'étudier de façon détailler le troisième ventricule cérébral sur un simple enregistrement échographique permet à cet examen de fournir d'autres renseignements.

Rappelons les avantages de l'examen ultrasonore

- absolument indolore et non traumatique ;
- resultat immédiat et fixé sur un film photographique ;
- appareillage pouvant être transistorisé et portable ;
- cout relativement faible de l'examen ;

L'échoencéphalographie du troisième ventricule peut rendre des services en explorant les cavités ventriculaires des malades qui présentent des troubles neurologiques ne justifiant pas les examens neuroradiologiques.

Nous allons présenter l'intérêt de l'échographie du troisième ventricule dans les affections suivantes :

- 1°) Traumatisme crânien.
- 2°) Hydrocéphalie
- 3°) Comitialité
- 4°) Atrophie cérébrale sénile

Pour étudier les dilatations ventriculaires observées sur les échogrammes, nous allons adopter la classification suivante . Lorsque la largeur échographique de la partie postérieure du troisième ventricule est plus grande que la limite supérieure de la largeur de cette cavité normale (voir le tableau donné au chapitre "Méthode") de :

- 1 à 2 mm, la dilatation est modérée ;
- 2 à 5 mm, la dilatation est franche ;
- 5 à 10 mm, la dilatation est importante.

I- TRAUMATISME CRANIEN

Sur les 184 malades sélectionnés 44 ont eu un traumatisme crânien et parmi ceux-ci

- a) - 5 présentaient des signes cliniques qui ont entraîné une intervention chirurgicale qui a été faite avant l'échoencéphalographie
- b) - 25 présentaient des signes cliniques objectifs mais n'ont pas été opérés.
- c) - 14 présentaient un syndrome subjectif.

Nous réunirons les malades des deux premiers groupes, a) et b) dans un tableau en fonction de l'intervalle de temps qui sépare le traumatisme de l'examen échoencéphalographique.

Le deuxième réunira les malades du troisième groupe, c).

Dans chacun de ces tableaux :

- La première colonne indique les initiales du malade ;
- La deuxième colonne indique l'âge ;
- La troisième colonne l'intervalle de temps entre le traumatisme et l'examen échographique ;

TABLEAU DES TRAUMATISES CRANIENS QUI PRESENTENT DES SIGNES

CLINIQUES OBJECTIFS

MALADE	AGE	INTERVALLE de TEMPS	E
D.M.	39 ans	3 mois ½	10
N.M.	22 ans	30 jours	8
A.A.	28 ans	26 jours	8
D.J.	21 ans	20 jours	8
D.C.	2 ans ½	15 jours	7
G.P.	48 ans	12 jours	8
D.R.	33 ans	10 jours	8
P.M.	47 ans	8 jours	12
B.A.	25 ans	8 jours	7
K.L.	29 ans	8 jours	7
M.M.	30 ans	8 jours	7
M.J.	26 ans	8 jours	7
L.G.	34 ans	8 jours	7
D.G.	?	4 jours	9
B.M.	19 ans	4 jours	8
A.L.	21 ans	4 jours	7
L.D.	43 ans	4 jours	7
A.R.	13 mois	2 jours	13
S.M.	58 ans	2 jours	9,5
D.Ch.	18 ans	2 jours	8
C.S.	35 ans	1 jour	10
A.L.	31 ans	1 jour	8
D.M.	22 ans	1 jour	8
J.L.	41 ans	1 jour	8
M.C.	?	1 jour	8
F.A.	?	1 jour	7
B.B.	15 ans	1 jour	7
P.R.	45 ans	1 jour	7
H.D.	13 mois	1 jour	7
P.M.	30 ans	1 jour	7

TABLEAU DES MALADES QUI PRESENTENT UN SYNDROME SUBJECTIF POST TRAUMATIQUE

MALADE	AGE	INTERVALLE de TEMPS	E
F.J.	16 ans	3 ans	9
M.D.	39 ans	3 ans	11
B.P.	66 ans	7 mois	9
N.B.	18 mois	4 mois	8
K.P.	32 ans	4 mois	8
B.I.	20 ans	2 mois ½	8
B.Rn	28 ans	2 mois	11
P.C.	72 ans	2 mois	10
B.M.	25 ans	36 jours	14
P.A.	56 ans	31 jours	8
G.M.	22 ans	30 jours	8
R.M.	25 ans	21 jours	9
G.J.	24 ans	11 jours	8
Y.M.	26 ans	10 jours	7

— La quatrième colonne la mesure échographique E de la largeur de la partie postérieure du troisième ventricule (en mm).

Nous remarquons sur le premier tableau que la dilatation du troisième ventricule est en générale modérée ((21 cas) . Elle est franche dans 6 cas et importante dans 2 cas.

Nous nous intéresserons plus particulièrement aux malades qui présentent un syndrome subjectif post-traumatique . Parmi les quatorze malades du deuxième tableau sept ont une dilatation ventriculaire modérée, six une dilatation franche et un seul une dilatation importante. Deux de ces examens ont été vérifier par l'encéphalographie gazeuse (malades M.D. et B.Rn.).

Ces malades présentent un ou plusieurs des signes cliniques suivants :

- céphalées
- troubles de la mémoire
- vertiges
- malaises
- troubles psychiques divers

Le nombre faible de traumatisé qui présentent un tel syndrome, et que nous avons pu étudier, est du au fait que l'échoencéphalogramme n'est pas systématiquement demandé dans ces affections. Et ceux que nous avons examiné nous étaient adressés pour rechercher un éventuel déplacement des structures médianes du cerveau.

Nous pensons qu'il serait souhaitable de pratiquer systématiquement un examen échoencéphalographique à tous les traumatisés crâniens et immédiatement après leur accident. Ainsi lorsque tels malades présentent par la suite des troubles subjectifs, ou objectifs de peu

de valeur, ne justifiant pas une exploration neuroradiologique un second examen ultrasonore permettrait de contrôler la largeur du troisième ventricule. En cas d'élargissement de cette cavité cela signifierait que le traumatisme a entraîné des séquelles à type d'atrophie cérébrale et qui sont responsables du syndrome subjectif.

L'échoencéphalographie du troisième ventricule serait un examen de choix que la médecine légale pourrait adopter car il n'est pas sanglant. Et la découverte d'une dilatation ventriculaire, sur un malade qui se plaint de troubles subjectifs post-traumatiques, serait une preuve que le traumatisme est responsable de ces troubles.

2- HYDROCEPHALIE.

Le diagnostic d'hydrocéphalie se fera toujours sur l'observation clinique et les examens neuroradiologiques resteront indispensables pour rechercher une cause organique de la maladie.

Cependant l'échoencéphalographie du troisième ventricule est un examen que l'on peut répéter très souvent et qui permettrait de surveiller ces jeunes malades en contrôlant régulièrement la largeur de leur ventricule moyen. Cet examen pourrait mettre en évidence un élargissement récent de cette cavité et ainsi déceler une obturation du cathéter de dérivation du liquide céphalorachidien avant même l'apparition des signes cliniques.

Jusqu'à présent l'échoencéphalographie n'était pas considéré comme capable d'étudier qualitativement et quantitativement le troisième ventricule et nous ne possédons pas de dossier illustrant la variation de la largeur de cette cavité en rapport avec l'évolution de la maladie.

3- COMITIALITE

Sur les 184 dossiers sélectionnés 19 appartiennent à des malades qui présentent des crises épileptiques sans cause organique ou traumatique. L'échographie du troisième ventricule de ces malades montre :

- 6 dilatations modérées
- , - 10 dilatations franches
- 3 dilatations importantes

Parmi ces dix neuf échogrammes cinq ont été contrôlés avec succès par les examens neuroradiologiques.

Mais malheureusement la plupart de ces épileptiques nous étaient adressés par les médecins de ville et nous possédons peu de détails sur leur histoire clinique.

Pour cette maladie, comme pour le syndrome post-traumatique, le nombre de dossiers est réduit car le médecin ne demande pas systématiquement un échoencéphalogramme à tous les épileptiques. Ceux que nous avons examiné présentaient soit des signes de localisations à l'électroencéphalogramme soit des troubles neurologiques qui demandaient de rechercher une étiologie organique

Mais sur ces quelques observations nous pouvons remarquer la possibilité d'une association entre l'épilepsie et l'atrophie cérébrale. Dès lors la découverte d'une dilatation ventriculaire chez un épileptique, par un simple échoencéphalogramme, permettrait de préciser le pronostic lointain.

4- ATROPHIE CEREBRALE SENILE.

Chez les personnes âgées il est très difficile de faire des examens neuroradiologiques en raison des dangers possibles qu'ils risquent d'occasionner .

Par contre l'échoencéphalographie par sa simplicité pourrait rendre de grands services en explorant le troisième ventricule de ces malades âgés en rattachant certains signes neurologiques à une éventuelle atrophie cérébrale.

EN RESUME

L'échoencéphalographie pourrait prochainement trouver de nombreuses applications en précisant sans prendre aucun risque, la largeur de la partie postérieure du troisième ventricule .En particulier il serait intéressant de demander systématiquement cet examen aux traumatisés crâniens et aux épileptiques afin de deceler l'apparition d'une atrophie cérébrale.

— ∴ — ∴ — ∴ — ∴ — ∴ — ∴ — ∴ — ∴ — ∴ — ∴ —

II.- Au cours d'une dilatation ventriculaire les parois latérales du troisième ventricule s'écartent l'une de l'autre et le complexe médian issu de cette cavité est élargi et quadrifide.

IV.-La validité de ces conclusions a été prouvée par une étude statistique effectuée sur 50 dossiers en comparant, pour chaque cas, la mesure donnée par l'échoencéphalogramme avec la largeur de la partie postérieure du troisième ventricule fournie par les clichés radiologiques.

V.-La possibilité de recevoir quatre échos du troisième ventricule dilaté est en rapport avec sa morphologie particulière et le phénomène

— : — : — : — : — : — : — : — : — : — :

- I.- BALLANTINE (H.T. Jr) , BOLT (R.H.) , HUTER (T.F.) , LUDWIG (G.D.) -
On the detection of intracranial pathology by ultrasound .
Science, 112, 525-528, (1950) .
- II.- BIQUARD (P.) - Les ultrasons . P.U.F. Paris.
- III.- BRAAK (J.W.), CREZEE, GRANDIA (W.A.), DE VLIJGER (M.) . - The signi-
ficance of some reflections in echo-encephalography. Acta Neuro-
chir. (Wien), 9, 382-397 (1961).
- IV.- BROWN (R.E.). Analysis of echoencephalograms. Neurollogy (Minneap.),
18, 237, (1967)-
- V.- DELMAS (A.), PERTUISET (B.). - Topométrie crânio-encéphalique chez
l'homme. Masson, Paris (1959)
- V .- DELMAS (J.) et (A.) - Voies et centre nerveux. Ed. Masson, Paris
- VI .- DOGNON (A.). - Les ultrasons et leurs applications . P.U.F., Paris
(1953).
- VII .- DONALD (I.), MAC VIGAR (J.), BROWN (T.G.). - Investigation of
abdominal masses by pulsed ultrasound. Lancet, 7, 1188-1195 (1958)
- VIII.- DUSSIK (K.Th.).- Über die Möglichkeit, hochfrequente mechanische
Schwingungen als diagnostisches Hilfsmittel zu verwerten.Z.
Ges. Neurol. Psychiat., 174, 153-168 (1942).
- IX.- ERBAG, LOMBROSO - Detection of ventricular board marks of two dimension
ultrasonography. J. of Neurol., Neurosurg., Psychiat. 31, 232-244
(1963)
- X.- FEUERLEIN (W.), BACKMUND (H.), FLIEGE (K.) .Die weite de 3 Ventrikels :
Ergebnisse der vergleichenden Messung Echo-Enzephalographie und
Pneumoenzephalographie. München BRD .
- XI.- FEUERLEIN (W.), DILLING (H.) - The echoencephalogram of the third
ventricle in différent age groupe - München - Symposuim
Erlangen April 1967.

- XII.- FISCHER (G.), GERIN (P.), REVOL (M.), COURJON (J.) .- Place de l'échoencéphalographie dans le diagnostic des lésions intracrâniennes. Journal de Médecine de Lyon, 1069, 85-102 (1965)
- XIII.- FISCHGOLD (H.), STRAUSS (M.F.). L'écho dans les traumatismes crâniens. Rapport au Symposium international sur l'écho-encéphalographie, Erlangen, 14-15 (avr.1967).
- XIV.- FISCHGOLD (H.), GUEIFI (J.D.), HAZEMAN (P.), OLIVIER (L.), STRAUSS (M.F.) L'écho médian et l'électroencéphalographie dans les traumatismes du crâne. Ed. Maloine, Paris.
- XV.- FORD. The use of ultrasonard in the measurement of the third and laterals ventricules. Proc. Intern. Conf. diagn. ultrasound, Pittsburgh (1965).
- XVI.- FRENCH (L.A.), WILD (J.J.), NEAL (D.) .- Detection of cerebral tumors by ultrasonic pulses. Pilot studies on post-mortem material. Cancer, 3, 705-708 (1950).
- XVII.- FRENCH (L.A.), WILD (J.J.), NEAL (D.). - The expérimental application of ultrasonics to the localisation of brain tumors. Preliminary report. J. Neuro-surg. 8, 198-203 (1951) .
- XVIII.- GEUDELIN (B.) - Place de l'échoencéphalographie dans les examens complémentaires en neurologie. - Thèse, Paris (1964).
- XIX.- GORDON (D.M.)- Echoencephalographie. Rev. Neurol., 99, 652-653 (1958).
- XX.- Echoencephalography. Medical Electronics, Proceedings of the 2nd Intern. Conference on Medical Electronics, Paris, 1959, Iliffe, London, 1960.
- XXI.- Echoencephalography. Ultrasonics rays in diagnostic radiology. Brit. Med. J., 5136, 1500-1504 (1959).
- XXII.- GROSSMAN CC. - Clinical diagnostic application of ultrasound in brain disorders (Soncencephalography). Dis. Nerv. Syst., 25, 403-411 (1964)
- XXIII.- The use of diagnostic ultasound in brain disorders. Charles C Thomas. Publisher. Springfield. Illinois. U.S.A.

- XXIV.- HAZEMANN (P.) . L'écho-encéphalographie de la ligne médiane
Thèse, Paris (1965)
- XXV.- HIRNKAMMER, KRUGER, THOMAS. Zur echoenzephalographie der III.
Forstschr. Neurol. Psychiat., 36/12 , 679-691, (1968).
- XXVI.- JEPPSON (S.) - Echoencephalography. III. Further studies on the
source of the midline echo, and a clinical evaluation . Acta Chir.
Scand., 119, 455-462 (1960)
- XXVII.- JEFFERSON (A.) - Some experiences with echoencephalography. J.
Neurol. Psych., 22, 83-84 (1959).
- XXVIII.- J. VAN MOLLEN. Echoencephalographie : essai d'identification des
echos latéraux. Acta Neurologica et Psychiatrica, 7, 552-557,(1968).
- XXIX.- KAZNER (E.), KUNZE (S.) and SCHIEFER (W.) . Echoencephalography as an
aid to the diagnosis of space occupying lesions in the posterior
fossa by measuring the size of the third and lateral ventricles.
J. Neurosurg. 26,511, (1967)
- XXX.- KAZNER (E.), SCHIEFER (W.) . Die Echoenzephalographie bei raumfor-
dernden. Prozessen der hinteren Schädelgrube. Actua Neuro chirur-
gica. Springer, Verlag, Wien-New-York 1966, 14, 2, 177-196.
- XXXI.- KIKUTI (S.), ITO (K.) - New method of diagnosis by ultrasonic waves
of intra-cranial disease. Clin. Surg. (Tokyo), 18, 376-381 (1963)
- XXXII.-KRAMER (G.) - Die Echoenzephalographie. Deutsch. Med. Wschr., 89,
564-567 (1964).
- XXXIII.- LEKSELL (L.) - Echoencephalography (application of ultrasonic
testing). Detection of intracranial complications following
injury. Acta Chir. Scand., 110, 301-315 (1955-1956).
- XXXIV.- LITHANDER. (B.) - A control for echoencephalography. Acta. Psych.
Scand., 35, 235-240 (1960).
- The clinical use of echoencephalography. Acta. Psych. Scand.,
Scand., 35 241- 244 (1960)

- Origine of echoencephalogram. J. Neurosurg. Psych., 24, 22-31 (1961)

XXXV.- LUDWIG (G.D.), STUTHERS (F.W.)- Consideration underlying the use of ultrasound to detect gallstones and foreign bodies in tissue.

Report 4. United State Naval Medical Research Institute. Bethesda Md. (1949).

XXXVI.- METZGER (J.), DILENCE (D.), SIMON (J.). Pneumoencéphalographie cérébrale (Encéphalographie, ventriculographie). Ed. Masson , Paris.

XXXVII.- MILBLED (G.) et al. - L'échoencéphalographie . Exploration cérébrale par les ultrasons. Lille Med., 9, 712-715 (1964).

XXXVIII.- MUNDT (G.H.) , HUGUES (W.F.) - Ultrasonics in ocular diagnosis. Amer. J. Ophtal. 41, 488-498 (1956)

XXXIX.- PLANIOL (Th.), MIKOL (K.), CHARPENTIER (J.), BUISSON (J.) - L'échoencephalographie : premiers résultats après six mois d'investigation en neuro-chirurgie. Rev. Neuro., 110 (5), 489-505 (1964).

XXXX.- PIA (H.W.), and GELETNEKY (C.L.). Echoenzephalographie .Stuttgart : Georg Thieme Verlag (1968).

XXXXI.- PLANIOL (Th.), FISCHGOLD (H.) - Etude des pulsations cérébrales à l'aide de l'échographie ultrasonore. C.R. Soc. Biol. 159, n°6 1294, (1965)

XXXXII.- PLANIOL (Th.) - Echo-encéphalographie - Semeiologie du système nerveux.

XXXXIII.- SAIER - L'échoencéphalographie . Valeur pratique de la méthode en neuro-chirurgie et en neurologie. Thèse, Marseille (1964).

XXXXIV.- SCHIEFER (W.) - Die Echoenzephalographie. Diagnostische Möglichkeiten. Deutsch Med. Wschr., 89, 1394-1400 (1964).

- XXXXV.- SCHIEFER (W.), KAZNER (E.) - Das ultraschall Echo Verfahren (Echoenzephalographie) . Eine Methode zur frühzeitigen erkennung raumfordehnder intrakranieller Prozesse. Med. Mschr., 18, 27-31 (1964)
- XXXXVI.- SCHIEFER (W.) , KAZNER (E.) - Klinische Echoenzephalographie. Springer, Verlag, Berlin, Heidelberg, New-York, 1967.
- XXXXVII.- SJÖGREN (I.) - Echoencephalography in pediatric practice with special regard to measurement of the ventricular size. Acta Pediat. Scand. (suppl.178), 1, (1967)
- XXXXVIII.- SPENGOS (M.), KAILLIS(D.), SCARPALEZOS (S.) . Contrôle des mesures échoencéphalographiques du troisième ventricule par la tomographie axiale pneumoencéphalographiques du troisième ventricule par la tomographie axiale pneumoencéphalographie. (Athènes). Revue Neurologie, 122, 5, 337-342, 1970.
- IL.- STEPHANI (A.). Précis de technique radiologique. Ed. Maloine Paris.
- L.- UEMATSU (S.), SUGARO (O.), WALKER (A.E.). Ultasonic determination of the size of cerebral ventricular systeme . Neurol. 17, 81-86 (1967)
- LI.- VLIEGER (M.DE), DENIER VAN DER GON, MORIN (J.J.), MORIN (C.E.) - Two dimensional echoencephalography of the third ventricle in hydrocephalus. Neurol. 18, 472- (1968)
- LII.- VLIEGER (M.DE), RIDDER (H.J.) - Use of echoencephalography. Neurology. 9, 216-223 (1959)
- LIII.- WHITE (D.N.) - The six " Laws" of echoencephalography. Neurol., 5, 435 (1970)
- LIV.- WHITE (D.N.), CLARK (J.M.), CAMPBELL (J.K.). Interferential observations on the origine of the M-echo. Med. Biol.Engng Vol. 7 (sept.1969)
- LV.- WHITE (D.N.), CLARK (J.M.), WHITE (M.N.) - effects of irregularities in attenuation beam traversing cadaver skull. Med. Biol. Engng. Vol. 5, 15, (1967)

— : — : — : — : — : — : — : — : — : — : — : — :

-PREMIERE PARTIE-

Chapitre V.- Principales causes d'erreurs sur la lecture de l'échogramme du troisième ventricule dilaté et sur sa technique d'enregistrement. - Discussion -

Chapitre VI.- Présentation de dossiers dans lesquels la comparaison
entre les données échographiques et radiologiques n'est
pas réalisable. - Discussion -

Chapitre VII.- Les indications de l'échographie du troisième ventri-
cule

CONCLUSION

BIBLIOGRAPHIE

-:-:-:-:-:-:-:-

VU
A PERMIS D'IMPRIMER
LE RECTEUR
DE L'ACADÉMIE DE PARIS

Muallat.

ECHOENCEPHALOGRAPHIE DU TROISIEME

VENTRICULE CEREBRAL DILATE

COMPARAISON AVEC LES RESULTATS FOURNIS PAR LES EXAMENS NEURORADIOLOGIQUES

Monsieur le Professeur SCHERRER

F. Scherrer

LE DOYEN

F. Jérôme

F. JEROME

